

# Penerapan Peta Kendali T2 Hotelling dan Generalized Variance Pada Pengendalian Kualitas Produksi Air Mineral Kemasan di PT. Davincy Airindo

Karmila Thalib<sup>1\*</sup>, Nurwan<sup>2</sup>, Muhammad Rezky Friesta Payu<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Statistika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia  
Email Correspondensi: [karmila12thalib@gmail.com](mailto:karmila12thalib@gmail.com)

## ABSTRACT

One of the companies engaged in the production of drinking water in Gorontalo Province is PT. Davincy Airindo. Established in 2013, the company produces mineral water under the brands Boneva and Es Kristal. The study aims to examine the application of Hotelling's T2 control chart and the Generalized Variance control chart in monitoring the quality control of bottled mineral water production at PT. Davincy Airindo. Based on the analysis results, it can be concluded that using the Generalized Variance control chart indicates the presence of out-of-control observations, suggesting that the process is not yet stable. Therefore, corrective actions are required to eliminate such observations so that both the Generalized Variance and Hotelling's T2 control charts indicate a stable process. However, the process capability value is less than 1, indicating that the process is not capable of meeting the specified requirements.

## ABSTRAK

Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi air minum di provinsi Gorontalo adalah PT Davincy Airindo. Perusahaan yang berdiri sejak 2013 merupakan produsen air mineral dengan merek Boneva dan es Kristal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana penerapan peta kendali T2 Hotteling dan Peta Kendali Generalized Variance pada pengendalian kualitas produksi air mineral kemasan PT. Davincy Airindo. Berdasarkan hasil analisis, maka disimpulkan bahwa dengan menggunakan peta kendali generalised variance terdapat pengamatan yang out of control dan belum terkendali, sehingga diperlukan penanganan untuk mengeliminasi pengamatan sehingga peta kendali Generalized Variance dan T2 Hotteling berada dalam keadaan terkendali dengan nilai kapabilitas yang kurang dari 1, yang menunjukkan bahwa proses ini tidak cukup mampu untuk memenuhi spesifikasi yang diberikan.

## KEYWORDS:

*Generalized Variance, Hotelling's T2, Bottled Drinking Water AMDK.*

## KATA KUNCI:

Generalized Variance, T2 Hotteling, AMDK.

## How to Cite:

“Thalib, K., Nurwan, & Payu, M. R. F. (2025). Penerapan Peta Kendali T2 Hotelling dan Generalized Variance Pada Pengendalian Kualitas Produksi Air Mineral Kemasan di PT. Davincy Airindo. *NAAFI: JURNAL ILMIAH MAHASISWA*, 1(5), 838–846.”

---

## PENDAHULUAN

Statistika memainkan peran penting dalam bidang industri, yakni dapat digunakan sebagai pengendali proses produksi, manajemen industri, penyelesaian masalah dan penentuan solusi, riset pasar serta dapat digunakan sebagai kontrol kualitas hasil produksi (Fathurrahmi & Pratiwi, 2019). Statistika umum digunakan dalam pengendalian kualitas produksi, yang dikenal sebagai Kontrol Kualitas Statistik (SQC). SQC adalah sistem yang menggunakan alat statistik untuk menjaga standar kualitas produksi pada tingkat minimum.

Metode ini mencakup pengambilan sampel produk, pengujian, evaluasi, dan penggunaan data untuk mengontrol dan meningkatkan proses manufaktur. Tujuan dari SQC adalah untuk dengan cepat menemukan penyebab umum dan spesifik dari suatu proses, sehingga perbaikan proses dapat dilakukan.

SQC membantu perusahaan dalam meminimalkan produk gagal dan memenuhi kualitas produk yang telah ditetapkan. SQC dipisahkan menjadi dua model metode, meliputi Acceptance Sampling dan peta kendali. Acceptance Sampling menguraikan sampling penerimaan merupakan tahapan inspeksi dan pengklarifikasian dari sampel tiap unit yang telah ditentukan secara acak dari batch atau lot. Sedangkan peta kendali merupakan hal yang dipandang efektif sebagai upaya guna meminimalisir banyaknya keberagaman (Saragih, 2020). SQC tidak hanya membantu dalam memastikan bahwa produk memenuhi standar kualitas, tetapi juga membantu dalam mengidentifikasi dan memperbaiki masalah kualitas sebelum berdampak signifikan pada hasil produksi.

SQC membantu dalam memastikan bahwa produk memenuhi standar kualitas. Tanpa penggunaan SQC, kualitas produk dapat berkurang, yang pada akhirnya dapat menurunkan minat konsumen untuk membeli produk tersebut. SQC juga berfungsi sebagai pengawas di setiap proses produksi. Tanpa SQC, penyimpangan dalam proses produksi dapat tidak terdeteksi, yang berdampak negatif pada kualitas akhir produk. Sebuah perusahaan yang beroperasi pada sector produksi air minum di provinsi Gorontalo adalah PT Davincy Airindo. Perusahaan yang berdiri sejak 2013 merupakan produsen air mineral dengan merek Boneva dan es Kristal.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada karyawan di PT Davincy Airyndo, untuk menjaga kualitas air mineral kemasan yang diproduksi masih menggunakan metode deskriptif seperti mencatat nilai rata-rata, maksimum dan minimum jumlah produksi yang sesuai standar dan yang tidak sesuai standar produksi. Pengukuran dilakukan secara random, yakni dilakukan dengan pengambilan sampel secara acak pada tiap produk yang akan masuk ke tahap pengemasan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas hasil produksi yang kemudian dijadikan dasar pengukuran kualitas. Disamping itu, analisis kimiawi secara kuantitatif juga diterapkan untuk memantau kandungan air hasil produksi untuk menilai kelayakan air minum kemasan yang diproduksi.

Permasalahan ini menyangkut permasalahan yang dapat dianalisis dengan menggunakan metode Hotelling's T<sup>2</sup> dan generalized variance. T<sup>2</sup> Hotelling digunakan untuk melihat dan memonitor rata-rata vektor suatu proses dan mendeteksi variabel-variabel yang menyebabkan proses menjadi tidak terkendali agar tetap berada dalam kendali, sedangkan Generalized Variance Control Chart digunakan untuk melihat dan variabilitas proses kontrol. Perbedaan kedua metode tersebut terletak pada penggunaan dan definisi batas kendali. T<sup>2</sup> Hotelling digunakan untuk pemantauan pertengahan proses. Batas kendali atas dan bawah yang digunakan pada diagram kendali T<sup>2</sup> Hotelling ditentukan berdasarkan distribusi T<sup>2</sup> Hotelling itu sendiri. *Generalized Variance* digunakan untuk memonitor variabilitas proses produksi. Sementara itu, batas kontrol atas dan bawah yang digunakan dalam diagram kontrol *Generalized Variance* ditentukan berdasarkan distribusi *chi-square*

Peta kendali T<sup>2</sup> Hotelling pernah diterapkan pada proses produksi kemasan air minum di PT Gunung Mas Naga dimana diketahui ada titik-titik pengamatan yang berada diluar batas kendali disebabkan oleh faktor mesin, dimana mesin yang digunakan sering mengalami permasalahan seperti mur atau baut yang lepas dan

lain sebagainya, dan faktor manusia, dimana para operator mesin kurang memahami tentang suhu dan tekanan mesin yang dianjurkan perusahaan untuk mendapatkan hasil kemasan yang sesuai dengan standar perusahaan (Taufik, 2017). Bukan hanya itu, T<sup>2</sup> Hotelling juga digunakan untuk pemantauan proses pelumasan silinder mesin diesel laut, ditemukan bahwa pada selang waktu tertentu, proses mengalami penyimpangan dari mode operasi normalnya (Buollosa et al., 2017).

Adapun untuk penggunaan *Generalized Variance*, sudah diaplikasikan pada proses produksi pembuatan Plywood di PT Ketapang Indah Plywood Industri Pontianak, hasil dari pemantuan variabilitas proses produksi Plywood tidak terkendali sehingga perlu dilakukan perbaikan utamanya pada perbaikan penggunaan mesin produksi (Prasetia & Sunendiari, 2019). Selain itu juga terhadap proses produksi pipa PVC di PT. X menunjukkan bahwa secara statistik secara keseluruhan proses tidak kapabel atau akurasi rendah dan presisi rendah, setelah ditinjau Kembali dapat diketahui bahwa penyebab terjadinya ketidaksesuaian adalah karena tidak ada pengawasan proses produksi, kurang adanya maintenance terhadap mesin, penggunaan bahan baku yang baru, mesin rusak, tempat produksi mempunyai suhu tinggi (Baharudin, 2023).

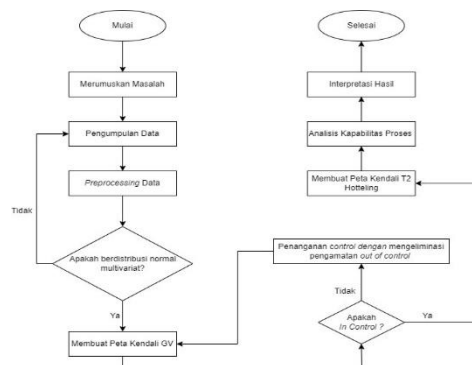
Dengan demikian, penggunaan metode T<sup>2</sup> Hotelling dan *Generalized Variance* dapat digunakan dalam pengendalian kualitas produksi di PT Davincy Airindo dengan tujuan meningkatkan kualitas proses produksi sesuai dengan tujuan penggunaan SQC dalam industri utamanya produksi air mineral dalam kemasan. Manfaat penelitian ini menjadi solusi alternatif bagi PT Davincy Airindo untuk meningkatkan kualitas produksi dan membantu perusahaan dalam meminimalkan produk gagal serta memenuhi kualitas produk yang telah ditetapkan melalui penerapan metode statistik Hotelling's T<sup>2</sup> dan *generalized variance*.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan PT. Davincy Airindo dan pengolahan dilakukan di laboratorium .komputasi statistika Universitas Negeri Gorontalo. Sumber data penelitian ini adalah data primer dan sekunder yang diperoleh dari laporan produksi air mineral dalam kemasan PT Davincy Airindo. Populasi dan sampel pada penelitian ini adalah produksi air kemasan Boneva pada periode produksi Oktober hingga November 2023. Teknik penarikan contoh sampel menggunakan *purposive sampling* dengan pertimbangan biaya, waktu dan efektivitas penelitian. Alat bantu digunakan dalam penelitian ini adalah program R Studio.

Untuk memperoleh hasil yang tepat maka diperlukan beberapa langkah yang perlu dilakukan. Adapun langkah-langkah yang tersebut disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.

Gambar 1. Tahapan penelitian



Terdapat empat langkah pokok pada tahapan penelitian ini menurut gambar di atas tersebut, yaitu:

1. Merumuskan masalah penelitian.
2. Melakukan pengumpulan data dimana data yang dilakukan analisis ada data pengamatan dalam kurun waktu 30 hari terakhir.
3. Melakukan preprocessing data, hal ini dilakukan agar data hasil pengamatan dapat dilakukan analisis menggunakan software aplikasi, adapun tahapan ini menghasilkan data pengamatan kualitatif menjadi angka.
4. Melakukan pengujian asumsi distribusi normal multivariate, Uji Distribusi normal multivariat dilakukan untuk semua variabel. Normalitas diuji menggunakan metode Mahalanobis. Metode Mahalanobis digunakan untuk mengukur jarak Mahalanobis dengan menggunakan chi-kuadrat.
5. Membentuk peta kendali Generelized Variance, Sebelum pembuatan peta kendali T<sup>2</sup> Hotelling, dilakukan analisis peta kendali varians umum dengan tujuan untuk menentukan variabilitas karakteristik proses produksi.
6. Setelah menganalisis peta kendali varians umum, analisis peta kendali T<sup>2</sup> Hotelling dilakukan untuk mengontrol rata-rata proses produksi secara statistik.
7. Analisis kapabilitas proses adalah teknik yang dapat diterapkan pada banyak bagian siklus hidup produk, termasuk desain produk dan proses, manajemen rantai pasokan, perencanaan produksi, atau manufaktur. Melakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisis

## HASIL DAN PEMBAHASAN

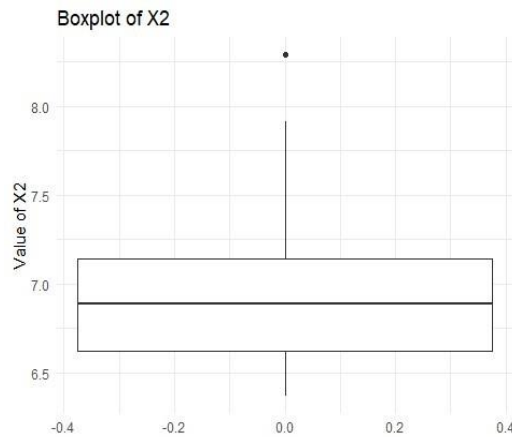
### *Analisis Deskriptif*

Data yang digunakan dalam penelitian yakni, karakteristik produksi air mineral kemasan pada 01 April 2024 – 30 April 2024. Pada tahap awal, data hasil penelitian dilakukan eksplorasi dengan menghitung jumlah sampel, mean, dan standar deviasi dari kelima variabel sebagai berikut.

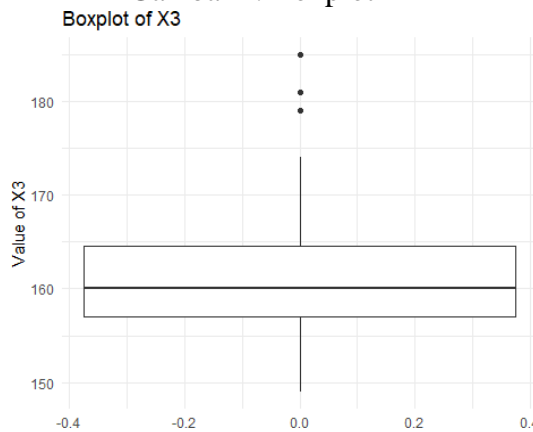
Tabel 1. Analisis Deskriptif

Variabel	n	Mean	Standar Deviasi
X1	30	1	0
X2	30	6.98	0.47
X3	30	162.3	9.22
X4	30	1	0
X5	30	1	0

Selanjutnya, dilakukan eksplorasi untuk melihat sebaran menggunakan boxplot sebagai berikut.



Gambar 2. Boxplot X2



Gambar 3. Boxplot X3

Terlihat sebaran datanya relatif asimetris, terlihat dari kotak yang terbagi menjadi dua oleh garis median yang ukurannya berbeda.

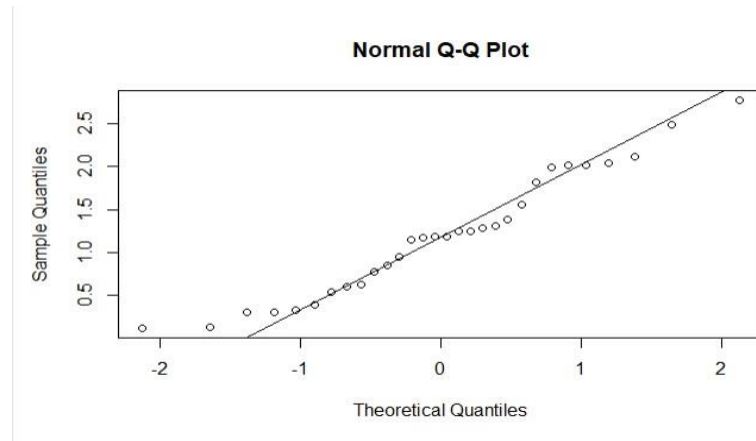
### Uji Normal Multivariat

Tabel 2. Hasil Uji Normal Multivariat Dengan Mardia Test

Deskripsi	Statistik Uji(b1p/b2p)	P-Value	Alpha
-----------	------------------------	---------	-------

Skewnees	2.81	0.0071	0.05
Kurtosis	7.51	0.0074	0.05

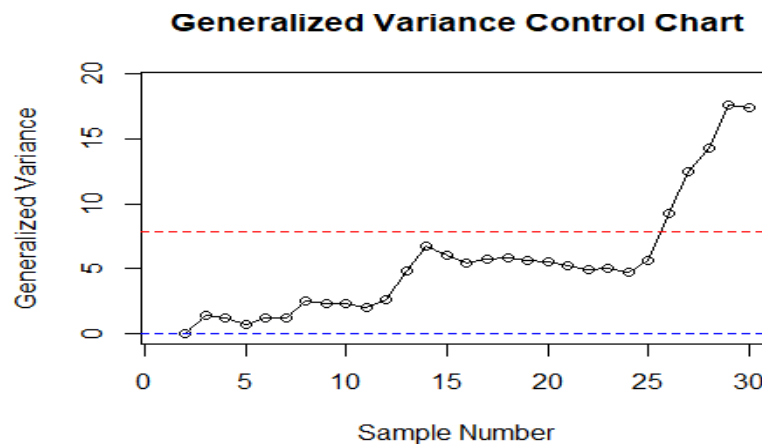
Berdasarkan tabel 2. diketahui bahwa nilai p-value dari skewnees dan kurtosis kurang dari alpha, sehingga tidak cukup untuk menolak  $H_0$ , maka dapat disimpulkan bahwa data memenuhi asumsi distribusi normal multivariat. Berikut visualisasi menggunakan Q-Q Plot.



Gambar 4. Normal Q-Q Plot

*Peta Kendali Generized Variance*

Pada tahapan ini, dilakukan analisis untuk membuat peta kendali Generelized Variance Variance. Dengan bantuan program RStudio, Peta Kendali Generelized Variance adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Peta Kendali Generelized Variance

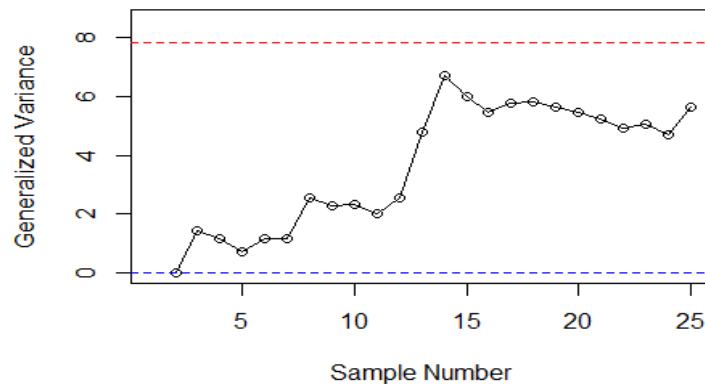
Tabel 3. Nilai titik-titik pengamatan Generelized Variance

i	$\ S_i\ $	i	$\ S_i\ $	i	$\ S_i\ $
1	-	11	2.01	21	5.21
2	0	12	2.56	22	4.91
3	1.42	13	4.79	23	5.05
4	1.16	14	6.69	24	4.69
5	0.71	15	6.02	25	5.65
6	1.16	16	5.47	26	9.29
7	1.16	17	5.75	27	12.5
8	2.54	18	5.8	28	14.3

9	2.3	19	5.65	29	17.56
10	2.32	20	5.48	30	17.4

Berdasarkan data observasi out of control disimpulkan bahwa data mentah yang harus dikeluarkan adalah data observasi tanggal 26, 27, 28, 29, dan 30, kemudian nilai plot peta kendali varians tergeneralisasi dihitung kembali pada data tersebut dan dibuatlah plot kendali sebagai berikut.

**GV Control Chart (Excluding Out Of Control)**

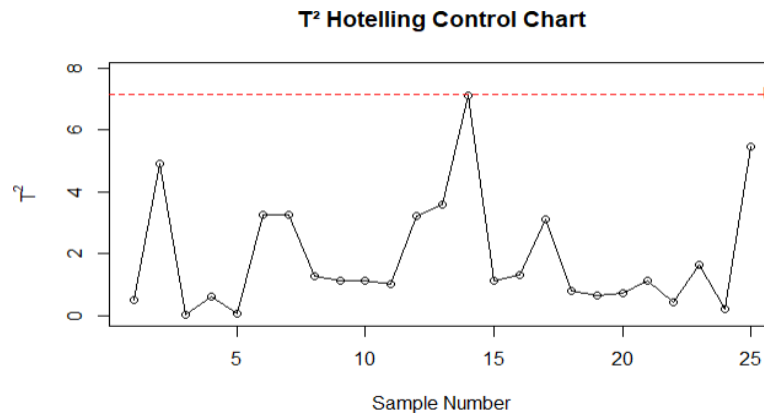


Gambar 6. Peta Kendali Generalized Variance Setelah Eliminasi

Pada Generalized Variance Control Chart setelah pemeriksaan di luar kontrol dihilangkan untuk menunjukkan bahwa nilai level adalah jumlah dari data yang diamati, yaitu 25 observasi, yang kemudian harus dikurangi satu titik plot menjadi 24 observasi pada rumus diagram kendali varians umum. Pada titik plot, observasi pertama diketahui. Pada peta kendali kita mengetahui tidak ada observasi yang lepas kendali, dan data mempunyai batas atas sebesar 7,81. Disimpulkan bahwa diagram kendali varians umum mengendalikan variabilitas proses.

#### *Peta Kendali Generalized Variance*

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi karakteristik kualitas produksi air minum dalam kemasan Menggunakan peta kendali T<sup>2</sup> Hotelling. Pada diagram kendali T<sup>2</sup> Hotelling di bawah ini merupakan diagram kendali mutu yang didasarkan Rata-rata proses produksi dua variabel. Pada peta kendali hotelling T<sup>2</sup>, nilai matriks kovarians diperoleh dari data peta kendali varians umum digunakan untuk mengendalikan yang dikendalikan. Dibawah ini adalah diagram kendali T<sup>2</sup> Hotelling



Gambar 7. Peta Kendali T<sup>2</sup> Hotteling

Tabel 4. Nilai T<sup>2</sup> Hotelling Untuk Titik-titik Pengamatan

i	$\ S_i\ $	i	$\ S_i\ $	i	$\ S_i\ $	i	$\ S_i\ $	i	$\ S_i\ $
1	0.52	6	3.27	11	1.04	16	1.3	21	1.15
2	4.92	7	3.27	12	3.23	17	3.1	22	0.45
3	0.06	8	1.3	13	3.6	18	0.81	23	1.66
4	0.64	9	1.15	14	7.1	19	0.67	24	0.21
5	0.08	10	1.14	15	1.12	20	0.72	25	5.47

Peta kendali T<sup>2</sup> Hotelling menunjukkan tidak ada pengamatan yang lepas kendali. Karena tidak ada data observasi yang berada di luar kendali, eliminasi data tidak diperlukan, dan rata-rata prosesnya terkendali secara statistik.

#### Analisis Kapabilitas Proses

Pada tahapan ini, dilakukan analisis untuk mengevaluasi dan memahami seberapa baik suatu proses produksi memenuhi spesifikasi atau persyaratan kualitas yang telah ditetapkan. Dengan bantuan program RStudio, maka didapat nilai untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Nilai Cp dan Cpk

Parameter	X2	X3
Cp (Upper)	0.71	0.54
Cpk	0.7	0.44

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan :

1. Kedua variabel yakni X2 dan X3 menunjukkan nilai Cp dan Cpk yang kurang dari 1, yang menunjukkan bahwa proses ini mungkin tidak cukup mampu untuk memenuhi spesifikasi yang diberikan.
2. Proses untuk Variabel X2 lebih baik dibandingkan X3 karena memiliki nilai Cp dan Cpk yang lebih tinggi.
3. Pada kedua variabel, tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi jangka panjang dan jangka pendek.

4. Secara keseluruhan, kedua proses memerlukan perbaikan untuk meningkatkan kapabilitas agar dapat memenuhi spesifikasi produk yang diharapkan

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan peta kendali variasi umum, terdapat banyak observasi yang berada di luar kendali dan belum terkendali, sehingga diperlukan proses untuk menghilangkan observasi tersebut. Sehingga peta kendali variasi normal dan T2 Hotelling berada dalam keadaan terkendali dengan nilai kapabilitas kurang dari 1, hal ini menunjukkan bahwa proses tersebut tidak mampu memenuhi spesifikasi yang diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baharudin, M. F. (2023). Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pipa PVC Di PT. X (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [2] Boullosa, D., Larrabe, J. L., Lopez, A., & Gomez, M. A. (2017). Monitoring through T2 Hotelling of cylinder lubrication process of marine diesel engine. *Applied Thermal Engineering*, 110, 32-38.
- [3] Bernatal Saragih, S. (2020). Pengawasan Mutu Hasil Pertanian. Deepublish
- [4] Fathurrahmi, P., & Pratiwi, N. (2019). PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI AIR MENGGUNAKAN PETA KENDALI MULTIVARIAT T2 HOTELLING SERTA ANALISIS KEMAMPUAN PROSES: Studi Kasus di PDAM Kabupaten Sleman. *Jurnal Statistika Industri Dan Komputasi*, 4(1), 89-98.
- [5] Prasetya, M. W., & Sunendiari, S. (2019). Diagram kendali generalized variance. *Prosiding Statistika*, 5(1), 10-15. <https://doi.org/10.29313/.v0i0.14389>
- [6] Taufik, Z. (2017). Penerapan Bagan Kendali T2 Hotelling Untuk Memonitor Proses Produksi Kemasan Air Minum AYIA (Studi Kasus: PT. Gunung Naga Mas) (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).