

PERBANDINGAN PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK WALL DISPLAY DENGAN DIAGRAM KENDALI D^2 DAN T^2 HOTELLING

Sherly Vitara Harahap

Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20155

Enita Dewi Br. Tarigan

Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20155

Pasukat Sembiring

Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20155

Rahmawati Pane

Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20155

Abstrak. Pengendalian kualitas merupakan penerapan dari model statistik kendali mutu untuk menghimpun dan menganalisis data guna mengevaluasi dan mengawasi hasil produksi. Usaha Dagang Melia Frame & Kaligrafi merupakan sebuah agen dan pabrik bingkai atau frame batangan maupun bingkai jadi dengan berbahan dasar fiber dan kayu. Produk yang paling laris adalah produk wall display. Walaupun wall display sangat diminati, namun produk ini juga yang paling banyak dikembalikan karena produk cacat sejak tahun 2023. Berdasarkan data pengamatan, terhitung bahwa data cacat produk cukup tinggi yaitu total rata-rata cacat 34 per-harinya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kualitas produk wall display dengan diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance) dan T^2 Hotelling pada Usaha Dagang Melia Frame & Kaligrafi. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa produk mengalami kecacatan terbanyak pada bulan Oktober 2023 dengan total produk cacat yaitu 1009 unit. Dengan menggunakan diagram kendali didapatkan 20 pengamatan dari total 75 pengamatan yang berada diluar batas kendali kemudian dengan menggunakan diagram kendali didapatkan 2 pengamatan dari total 75 pengamatan yang berada diluar batas kendali. Hal ini menunjukkan proses produksi wall display belum terkendali. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance) memiliki batas kendali yang lebih sensitif dibandingkan dengan batas kendali diagram kendali T^2 Hotelling.

Kata Kunci: Diagram Kendali, Wall Display, D^2 , T^2 Hotelling

Abstract. Quality control is the application of a statistical model of quality control to collect and analyze data to evaluate and monitor production results. Melia Frame & Calligraphy is an agent and manufacturer of frames or frame bars and finished frameworks made from fiber and wood. The best-selling product is the wall display. Although wall displays are in high demand, they are also the most returned products due to defects since 2023. Based on observation data, it is calculated that the product defect data is quite high, with an average total of 34 defects per day. This study aims to detect the quality of wall display products with D^2 (Mahalanobis Distance) and T^2 Hotelling control charts at Melia Frame & Calligraphy Trade Business. The results of this study found that the product experienced the most defects in October 2023 with a total defective product of 1009 units. By using the control diagram, 20 observations out of a total of 75 observations are outside the control limits, then by using the control diagram, 2 observations out of a total of 75 observations are outside the control limits. This shows that the wall display production process is not yet under control. These observations show that the D^2 (Mahalanobis Distance) control chart has more sensitive control limits than the T^2 Hotelling control chart control limits.

Keywords: Control Charts, Wall Display, D^2 , T^2 Hotelling

| | | | |
|--|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Sitasi: Harahap, S.V., br-Tarigan, E.D., Sembiring, P., Pane, R. 2024. Perbandingan Pengendalian Kualitas Produk <i>Wall Display</i> Dengan Diagram Kendali D^2 dan T^2 Hotelling. <i>MES (Journal of Mathematics Education and Science)</i> , 10(1): 104-110. | | | |
| Submit: 01 Juli 2024 | Revise: 12 Juli 2024 | Accepted: 15 Agustus 2024 | Publish: 10 Oktober 2024 |

PENDAHULUAN

Menurut Walujo, dkk (2020) Pengendalian kualitas merupakan penerapan dari model statistik kendali mutu untuk menghimpun dan menganalisis data guna mengevaluasi dan mengawasi hasil produksi. Pengendalian kualitas juga mencakup penetapan control limit untuk mencegah pemborosan yang signifikan jika proses produksi menghasilkan banyak produk cacat. Dalam pelaksanaannya, analisis dilakukan melalui pengambilan sampel data dan membuat kesimpulan berdasarkan produk cacat dari seluruh produk (populasi).

Usaha Dagang Melia Frame & Kaligrafi merupakan sebuah agen dan pabrik bingkai atau frame batangan maupun bingkai jadi dengan berbahan dasar fiber dan kayu. Pabrik tersebut telah berdiri sejak tahun 2010. Produk yang paling laris dan mendapatkan pemesanan berulang terbanyak adalah produk *wall display*. Walaupun *wall display* sangat diminati, namun produk ini juga yang paling banyak menerima keluhan dan pengembalian produk dikarenakan produk cacat sejak tahun 2023. Berdasarkan data pengamatan, terhitung bahwa data cacat produk cukup tinggi yaitu total rata-rata cacat 34 per-harinya. Hal ini menyebabkan penurunan kepuasan pelanggan serta kerugian. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian kualitas agar mencegah terjadinya defect atau kecacatan produk sehingga dapat meminimalisir kerugian dan terjadinya rework. Terdapat 7 jenis klasifikasi karakteristik cacat sehingga hal ini termasuk ke dalam kasus multivariat.

Dalam tahap produksi, untuk pengendalian kualitas pada kasus multivariat dapat menggunakan diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance) dan T^2 Hotelling. Menurut Mukhopadhyay (2008), diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance) adalah suatu jenis diagram kendali multivariat atribut yang digunakan untuk mengevaluasi atau pengawasan kualitas berdasarkan proporsi cacat dengan karakteristik cacat yang jumlahnya lebih dari satu dan memiliki korelasi satu sama lain. Diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance) mempunyai kelebihan dimana batas kendalnya lebih sensitif dibandingkan dengan diagram kendali multivariat lainnya. Sedangkan diagram kendali T^2 Hotelling, yaitu diagram kendali untuk memonitor dan mengontrol variabilitas dalam suatu proses produksi ketika terlibat lebih dari satu variabel atau karakteristik kualitas yang dapat diukur. Diagram kendali T^2 Hotelling akan menghasilkan interpretasi sinyal yang memadai, fleksibilitas, serta lebih peka terhadap perubahan proses yang kecil (Montgomery, 2005)

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Febriani, dkk (2019) mengenai “Penerapan Diagram Kendali D^2 (Mahalanobis Distance) Dalam Menganalisis Kualitas Produksi Pencetakan Koran” dengan 5 klasifikasi karakteristik kualitas menunjukkan hasil yang belum stabil. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Hanum (2020) mengenai “Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Diagram Kontrol T^2 Hotelling Individual” dengan menggunakan objek data cacat hasil produksi produk front engine rear drive yang terdiri dari tiga komponen produk yaitu produk Case Transmission, Housing Clutch dan Housing Extenssion. Didapatkan pengamatan yang out of control pada produk Case Transmission sebanyak 6 pengamatan dengan nilai UCL sebesar 10.50792, pada produk Housing Clutch dan produk Housing Extenssion sebanyak 8 pengamatan dengan masing-masing nilai UCL sebesar 9.052644 dan 10.50792.

Terdapat hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu pada objek penelitian yang digunakan. Penelitian ini menggunakan objek data cacat hasil produksi

produk *wall display* di Usaha Dagang Melia & Frame dengan 7 klasifikasi karakteristik cacat. Banyaknya data cacat produk pada Usaha Dagang Melia & Frame membuat perusahaan mengharuskan adanya *rework* dan bahkan mengalami kerugian sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini.

METODE

Adapun jenis data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh melalui wawancara dengan pemilik dan pekerja, serta melalui observasi dan dokumentasi pada proses produksi. Sedangkan data sekunder diperoleh dari data perusahaan (data kecacatan pada produk *wall display*) dengan menggunakan metode periode waktu sejak tanggal 1 Oktober 2023 sampai dengan tanggal 31 Desember 2023. Periode waktu yang digunakan adalah 1 hari untuk 1 pengamatan sehingga total pengamatan adalah 75 pengamatan.

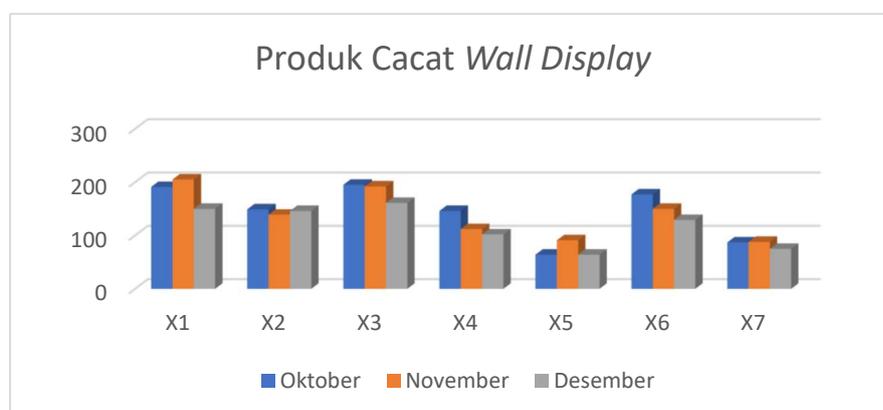
Berdasarkan data yang diperoleh, adapun klasifikasi kualitas karakteristik cacat pada produk *wall display* yaitu perakitan longgar (X_1), kaca pecah (X_2), kaca bergaris (X_3), triplek tidak mulus (X_4), tali rusak (X_5), fiber patah (X_6), baut tidak terpasang sempurna (X_7). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Ms. Excel dan SPSS25. Adapun langkah-langkah analisis dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Melakukan uji korelasi untuk melihat bagaimana hubungan antar variabel kemudian dilanjutkan dengan melakukan uji distribusi normal multivariat.
- 2) Mencari nilai statistik D^2 (*Mahalanobis Distance*) pada setiap pengamatan dan menghitung nilai *Upper Control Limit* (UCL).
- 3) Membuat diagram kendali D^2 (*Mahalanobis Distance*).
- 4) Mencari nilai statistik T^2 *Hotelling Individual* pada setiap pengamatan dan menghitung nilai *Upper Control Limit* (UCL).
- 5) Membuat diagram kendali T^2 *Hotelling Individual*.
- 6) Mengidentifikasi variabel cacat paling dominan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa produk mengalami kecacatan terbanyak pada bulan Oktober 2023 dengan total produk cacat yaitu 1009 unit. Sedangkan pada bulan November dan Desember 2023 total produk cacatnya adalah 977 dan 827 unit. Meskipun jumlah produk cacat mengalami penurunan setiap bulannya, namun hal ini tetap harus diidentifikasi lebih lanjut agar meminimalisir kemungkinan terjadi kembali lonjakan produk cacat.



Gambar 1. Produk Cacat *Wall Display*

Uji Korelasi Antar Variabel

Pengujian korelasi dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antar variabel secara statistik. Pengujian dilakukan pada 7 karakteristik kualitas cacat yang kemudian hanya digunakan variabel-variabel berkorelasi untuk analisis selanjutnya. Berikut adalah pengujian korelasi dengan metode *Pearson* dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. dengan Hipotesis H_0 ditolak jika nilai $P_{value} < \alpha$.

$H_0: \rho = 0$ (tidak ada korelasi antar variabel)

$H_1: \rho \neq 0$ (ada korelasi antar variabel)

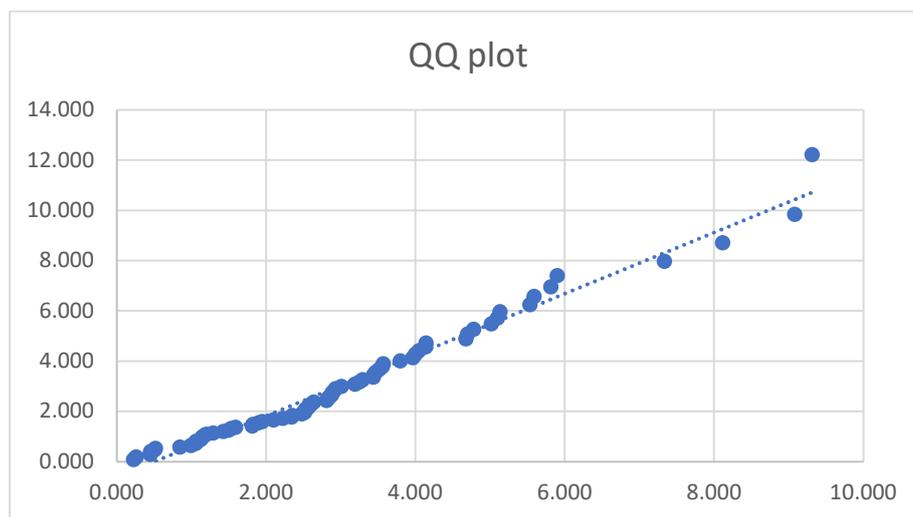
Tabel 1. Uji Korelasi Antar Variabel

| | | Perakitan Longgar (X_1) | Kaca Pecah (X_2) | Fiber Patah (X_6) |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Perakitan Longgar (X_1) | Korelasi | 1 | 0.323 | 0.458 |
| | <i>P-Value</i> | - | 0.005 | 0.000 |
| Kaca Pecah (X_2) | Korelasi | 0.323 | 1 | 0.244 |
| | <i>P-Value</i> | 0.005 | - | 0.035 |
| Fiber Patah (X_6) | Korelasi | 0.458 | 0.244 | 1 |
| | <i>P-Value</i> | 0.000 | 0.035 | - |

Berdasarkan Tabel 1 yang telah disajikan dapat diketahui bahwa nilai P_{value} dari 7 variabel, hanya 3 variabel saja < 0.05 maka tolak hipotesis H_0 . Hal ini berarti yang signifikan saling berkorelasi hanya variabel X_1 (perakitan longgar), X_2 (*kaca pecah*) dan X_6 (fiber patah). Sehingga untuk analisis berikutnya hanya menggunakan ketiga variabel tersebut.

Uji Distribusi Normal Multivariat

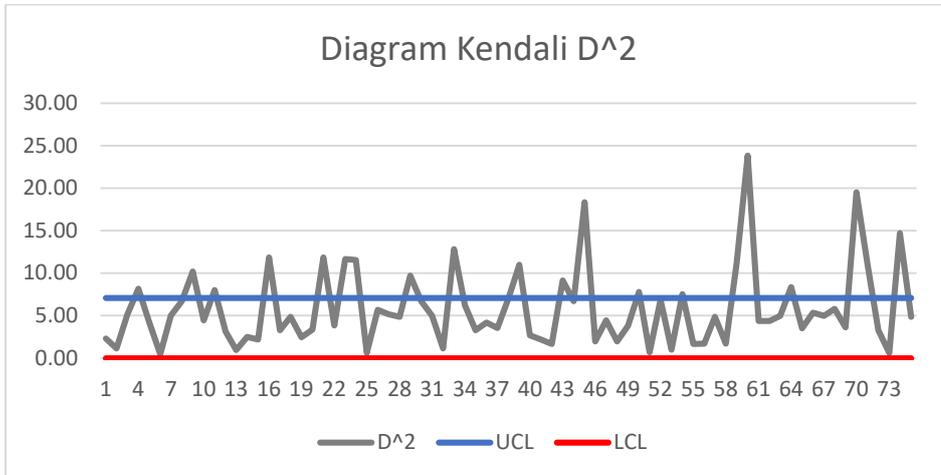
Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah suatu data berdistribusi normal multivariat atau bukan adalah dengan menggunakan Q-Q plot. Kriteria pengambilan keputusan adalah bila noktah atau dot data berada pada garis Q-Q maka data dapat dikatakan berdistribusi normal multivariat.



Gambar 2. Q-Q Plot

Berdasarkan Gambar 2 yang telah disajikan dapat dilihat bahwa dot data berada disekitar garis diagonal atau berbentuk garis lurus yang artinya data terbukti berdistribusi normal multivariat.

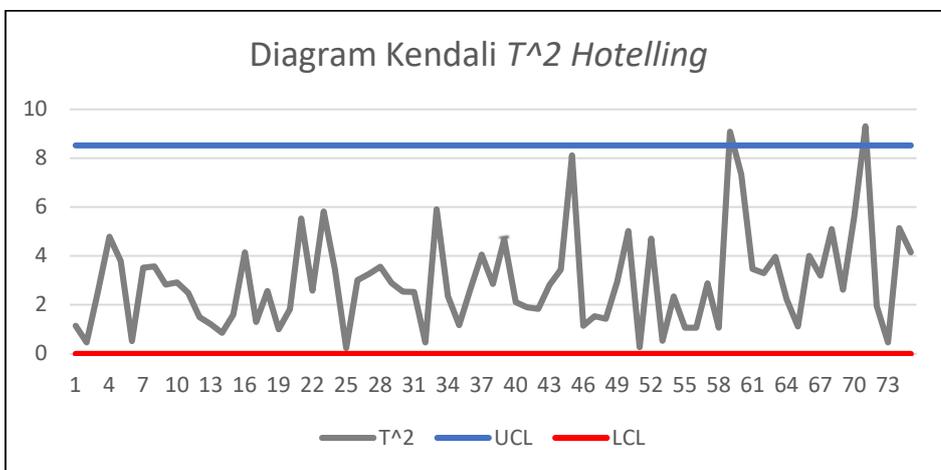
Diagram Kendali D^2



Gambar 3. Diagram Kendali D^2

Berdasarkan uraian dari Gambar 3 yang telah disajikan, nilai $D_i^2 >$ nilai *Upper Control Limit* (UCL) memiliki arti pengamatan berada diluar batas kendali. Sehingga berdasarkan hasil analisis terdapat 20 pengamatan dari total 75 pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada pengamatan 4, 9, 11, 16, 21, 23, 24, 29, 33, 39, 43, 45, 50, 54, 59, 60, 64, 70, 71 dan 74. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi *wall display* belum terkendali secara statistik.

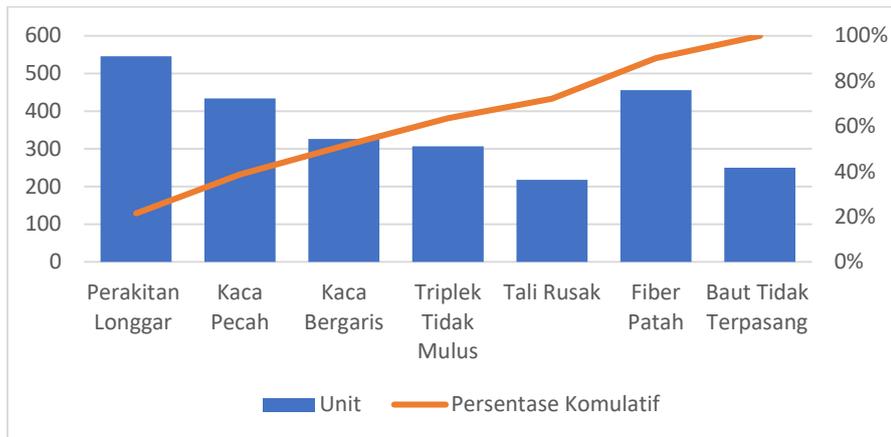
Diagram Kendali T^2 Hotelling



Gambar 4. Diagram Kendali T^2 Hotelling

Berdasarkan uraian dari Tabel 4.5 yang telah disajikan, nilai T^2 Hotelling $>$ nilai *Upper Control Limit* (UCL) memiliki arti pengamatan berada diluar batas kendali. Sehingga berdasarkan hasil analisis terdapat 2 pengamatan dari total 75 pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada pengamatan 59 dan 71. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi *wall display* belum terkendali secara statistik.

Variabel Cacat Paling Dominan



Gambar 5. Variabel Cacat Paling Dominan

Berdasarkan dari gambar yang telah disajikan, dapat disimpulkan bahwa jenis cacat paling dominan yang ditemukan yaitu perakitan longgar dengan jumlah produk cacat yaitu 546 unit (22%). Sedangkan jenis cacat paling sedikit yaitu tali rusak dengan jumlah cacat produk 218 unit (9%). Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi *wall display* perlu dimonitor khususnya untuk proses perakitan produk sehingga diharapkan dapat meminimumkan kerugian adanya produk cacat serta meminimalisir terjadinya *rework*.

KESIMPULAN

Pengendalian kualitas produk *wall display* pada UD. Melia Frame & Kaligrafi menunjukkan bahwa proses produksi belum terkendali secara statistik. Pada diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance), Nilai $D_i^2 >$ nilai *Upper Control Limit* (UCL) memiliki arti pengamatan berada diluar batas kendali. Sehingga berdasarkan hasil analisis terdapat 20 pengamatan dari total 75 pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada pengamatan 4, 9, 11, 16, 21, 23, 24, 29, 33, 39, 43, 45, 50, 54, 59, 60, 64, 70, 71 dan 74. Kemudian untuk diagram kendali T^2 Hotelling, Nilai T^2 Hotelling $>$ nilai *Upper Control Limit* (UCL) memiliki arti pengamatan berada diluar batas kendali. Sehingga berdasarkan hasil analisis terdapat 2 pengamatan dari total 75 pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada pengamatan 59 dan 71.

Jenis cacat paling dominan yang ditemukan yaitu perakitan longgar dengan jumlah produk cacat yaitu 546 unit (22%). Sedangkan jenis cacat paling sedikit yaitu tali rusak dengan jumlah cacat produk 218 unit (9%). Dalam penggunaannya, diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance) lebih rumit dibandingkan dengan diagram kendali T^2 Hotelling. Akan tetapi, hasil yang diperoleh dari diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance) menunjukkan bahwa diagram kendali D^2 (Mahalanobis Distance) memiliki batas kendali yang lebih sensitif dibandingkan dengan batas kendali diagram kendali T^2 Hotelling.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, A., & Rahmawati, R. (2016). Pengendalian Kualitas Data Atribut Multivariat dengan Mahalanobis Distance dan T 2 Hotelling (Studi Kasus PT Metec Semarang). *Jurnal Gaussian*, 5(3), 311–320. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- Febriani, E., Asdi, Y., & Yozza, H. (2019). Penerapan Diagram Kendali D2 (Mahalanobis Distance) dalam Menganalisis Kualitas Produksi Percetakan Koran (Studi Kasus: Unit Percetakan PT. Padang Graindo Mediatama). *Jurnal Matematika UNAND*, 4(3), 7. <https://doi.org/10.25077/jmu.4.3.7-16.2015>

- Irwan, A. S. (2021). *Statistika Multivariat*.
- M. Wadsworth, H. (1990). *HANDBOOK OF Statistical Methods for Engineers and Scientists*.
- Mahendra, I. K. A., Sujana, I. W., & Jodog, I. M. (2023). *Penataan Ruang Pameran Seni Lintas Batas*. 3(1), 1–7.
- Montgomery, D. C. (1990). *INTRODUCTION TO STATISTICAL QUALITY CONTROL*. John Wiley & Sons, inc.
- Montgomery, D. C. (2005). *Introduction to Statistical Quality Control 5th Edition*. John Wiley & Sons, inc.
- Mukhopadhyay, A. R. (2008). Multivariate Attribute Control Chart Using Mahalanobis D2 Statistic. *Journal of Applied Statistics*, 35, 421–429.
- Supangat, A. (2007). *Statistika Dalam Kajian Deskriptif, Inferensi, dan Nonparametrik*. PRENADAMEDIA GROUP.
- Usman, H., & Sobari, N. (2013). *Pengendalian Kualitas: Aplikasi pada Industri Jasa dan Manufaktur dengan Lean, Six Sigma dan Servqual*. Graha Ilmu.
- Walujo, D. A., Koesdijati, T., & Utomo, Y. (2020). *Pengendalian Kualitas*. Scopindo Media Pustaka.
- Irwan, A. S. (2021). *Statistika Multivariat*. Alauddin University.
- Anne, D., & Hendryanto, A. (n.d.). *Interpretasi Out of Control Signal pada Peta Kendali T 2 Hotelling dengan Metode Dekomposisi sebagai Upaya untuk Mendeteksi Kecacatan*. 1–6.
- Arista, F. D., Ramadini, S. D., & Ahsan, M. (2021). Pengendalian Kualitas Statistik pada Tepung Terigu Menggunakan Peta Kendali Multivariat. *Inferensi*, 4(2), 109. <https://doi.org/10.12962/j27213862.v4i2.10830>
- Hanum Salsabiella. (2020). *Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Diagram Kontrol T 2 Hotelling Individual*. 1–78.