

# THE EFFICIENCY DESIGN OF UNIVARIATE AND MULTIVARIATE CONTROL CHART FOR QUALITY PROCESS MONITORING PRODUCTION

## Abstract

Control charts are an important statistical technique used to monitor the average quality of processes or dispersions. Shewhart control charts are used to detect larger disturbances in process parameters. Along with the times, a more sensitive univariate control chart was created, namely EWMA and CUSUM. The control chart was further developed into a Mixed EWMA - CUSUM control chart to detect smaller changes. The need for more than one variable in the industry, makes univariate control charts insufficient to monitor a process. Finally, a multivariate control chart, the T2 Hotelling, was created. This control chart was further developed into the MEWMA and MCUSUM control charts. The development of science produces new multivariate control charts that are more sensitive, namely control charts MC1, MC2, Mixed MEWMA - MCUSUM I and Mixed MEWMA - MCUSUM II. Based on the aforementioned univariate and multivariate control charts, a study was conducted to test which control chart was more sensitive. A more sensitive control chart means a control chart that detects more out of control observations. Therefore, quality control with several phases on the control chart is less sensitive, resulting in inefficient process control. A very sensitive control chart is a more efficient control chart because it has detected many out of control observations at one control phase. This study used secondary data on wheat flour production with a total of 1,472 observations, consisting of 32 subgroups with 46 observations per subgroup. The variables of the quality of wheat flour production data used were moisture, ash and gluten. Based on the research results, the most sensitive control chart is obtained, namely the Mixed EWMA — CUSUM control chart for the univariate control chart and the Mixed MEWMA — MCUSUM I control chart for the multivariate control chart. Comparison using previous research also proves that the Mixed MEWMA - MCUSUM I control chart is more sensitive than the T2 Hotelling Fuzzy control chart. So, we obtained the most sensitive control chart for univariate and multivariate control charts as the most efficient control chart.

**Keywords:** Univariate control chart, multivariate control chart, normal distribution test, multivariate normal distribution test, subgroup, out of control observation.

# EFISIENSI RANCANGAN DIAGRAM KONTROL UNIVARIAT DAN MULTIVARIAT TERHADAP PEMANTAUAN PROSES KUALITAS PRODUKSI

## Abstrak

Diagram kontrol adalah teknik statistik penting yang digunakan untuk memantau kualitas rata-rata proses atau dispersi. Diagram kontrol Shewhart digunakan untuk mendeteksi gangguan yang lebih besar dalam parameter proses. Seiring dengan perkembangan zaman, diciptakan diagram kontrol univariat yang lebih sensitif yaitu EWMA dan CUSUM. Diagram kontrol tersebut dikembangkan lagi menjadi diagram kontrol *Mixed* EWMA - CUSUM untuk mendeteksi perubahan yang lebih kecil. Kebutuhan lebih dari satu variabel dalam industri, membuat diagram kontrol univariat tidak cukup untuk memantau suatu proses. Akhirnya, diciptakan diagram kontrol multivariat yaitu  $T^2$  *Hotteling*. Diagram kontrol ini dikembangkan lagi menjadi diagram kontrol MEWMA dan MCUSUM. Perkembangan ilmu pengetahuan menghasilkan diagram kontrol multivariat baru yang lebih sensitif, yaitu diagram kontrol MC1, MC2, *Mixed* MEWMA - MCUSUM I dan *Mixed* MEWMA - MCUSUM II. Berdasarkan diagram kontrol univariat dan multivariat yang telah disebutkan, dilakukan penelitian untuk menguji diagram kontrol mana yang lebih sensitif. Diagram kontrol yang lebih sensitif artinya diagram kontrol yang lebih banyak mendeteksi pengamatan *out of control*. Oleh karena itu, pengontrolan kualitas dengan beberapa fase pada diagram kontrol yang kurang sensitif, mengakibatkan tidak efisiennya suatu pengontrolan proses. Diagram kontrol yang sangat sensitif merupakan diagram kontrol yang lebih efisien karena sudah mendeteksi banyak pengamatan *out of control* pada satu kali fase pengontrolan. Penelitian ini menggunakan data sekunder produksi tepung terigu dengan total 1.472 pengamatan, yang terdiri dari 32 subgrup dengan 46 pengamatan per subgrupnya. Variabel kualitas data produksi tepung terigu yang digunakan adalah *moisture*, *ash* dan *gluten*. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh diagram kontrol yang paling sensitif yaitu diagram kontrol *Mixed* EWMA - CUSUM untuk diagram kontrol univariat dan diagram kontrol *Mixed* MEWMA – MCUSUM I untuk diagram kontrol multivariat. Perbandingan dengan menggunakan penelitian terdahulu juga membuktikan bahwa diagram kontrol *Mixed* MEWMA – MCUSUM I lebih sensitif daripada diagram kontrol  $T^2$  *Hotteling Fuzzy*. Jadi, diperoleh diagram kontrol yang paling sensitif untuk diagram kontrol univariat dan multivariat sebagai diagram kontrol yang paling efisien.

**Kata kunci** : Diagram kontrol univariat, diagram kontrol multivariat, uji distribusi normal, uji distribusi normal multivariat, subgrup, pengamatan *out of control*.