

Perbandingan kinerja peta kendali np klasik dan np bayes produk roti di UMKM BenRoti Snack Box

Faris Musthofa^a, Siti Watsiqoh^a, Nurul Fadillah Boru Angin^{a,*}, Aurora Elvaretta Sukamto^a, Aditya Rahadian Fachrur^a

^a *Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten*

INFORMASI

Informasi artikel:
Disubmit 1 Maret 2023
Direvisi 29 Maret 2023
Diterima 3 April 2023
Tersedia Online 4 April 2023

Kata Kunci:
Peta kendali np
Peta kendali np bayes
Average run length
Pengendalian kualitas
UMKM

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tiga jenis peta kendali np, yaitu peta kendali np klasik, peta kendali np bayes prior konjugat, dan peta kendali np bayes prior non-informatif dalam mengendalikan kualitas produk di UMKM BenRoti SnackBox. Saat ini, UMKM BenRoti SnackBox belum menggunakan alat pengendalian kualitas untuk produk-produknya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan efektivitas ketiga jenis peta kendali np dalam membantu UMKM BenRoti SnackBox dalam mengendalikan kualitas produknya. Perbandingan dilakukan dengan menggunakan nilai ARL (*Average Run Length*) sebagai ukuran kinerja dari ketiga jenis peta kendali np. ARL adalah rata-rata jumlah sampel yang diperlukan sebelum munculnya suatu sinyal atau peringatan bahwa kualitas produk telah menyimpang dari spesifikasi yang ditetapkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa peta kendali np bayes prior non-informatif memberikan hasil yang lebih baik dalam mengendalikan kualitas produk dibandingkan dengan peta kendali np klasik dan peta kendali np bayes prior konjugat. Peta kendali np bayes prior non-informatif memberikan nilai ARL yang relatif lebih kecil daripada peta kendali np klasik dan peta kendali np bayes prior konjugat, yang berarti waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi perubahan kualitas produk menjadi lebih singkat. Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara peta kendali np klasik dan peta kendali np bayes prior konjugat. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa penggunaan peta kendali np bayes prior non-informatif dapat membantu UMKM BenRoti SnackBox dalam mengendalikan kualitas produknya lebih efektif daripada peta kendali np klasik dan peta kendali np bayes prior konjugat.

Journal of Systems Engineering and Management is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA).



1. Pendahuluan

Produktivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan bagaimana sumber daya diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal. Produktivitas yang tinggi akan menciptakan efisiensi dalam kegiatan operasional perusahaan. Tingkat produktivitas itu sendiri sangat dipengaruhi oleh kinerja pegawai perusahaan tersebut sebagai modal atau *input* dan hasil produksi sebagai *output* perusahaan. Dalam upaya peningkatan produktivitas ini segala hal yang termasuk dalam kegiatan tidak efisien perlu dikurangi dan bahkan dihilangkan. Kegiatan tidak efisien ini seringkali disebabkan oleh *non value added* atau yang biasa disebut pemborosan (*waste*) [1]. Produktivitas akan tercapai bila adanya perampingan operasi yang dapat mengidentifikasi lebih dini pemborosan pada saat produksi, hal ini dikarenakan upaya mengeliminasi *waste* diyakini mampu menstimulasi keunggulan bersaing perusahaan terutama pada peningkatan produktivitas dan kualitas. Maka pemborosan haruslah diminimasi atau bahkan dihilangkan dalam proses produksi [2].

Waste atau pemborosan didefinisikan sebagai segala kegiatan yang tidak menciptakan ataupun menambah nilai namun tetap menggunakan sumber daya yang ada [3]. Ada tujuh jenis pemborosan di dalam industri, yaitu adanya kelebihan produksi, produk cacat, persediaan yang tidak perlu, proses yang tidak tepat, transportasi, menunggu dan gerakan yang berlebihan [4]. Kualitas produk adalah suatu kewajiban yang harus dimiliki oleh suatu industri. Persaingan dan perkembangan ekonomi menuntut industri untuk memiliki kualitas yang terjamin agar dapat bersaing di pasar. Hal ini menjadikan kualitas adalah suatu hal yang sangat penting untuk dijaga dan dikendalikan dengan baik [5] untuk dapat terus bersaing ditengah resesi *global* yang sedang terjadi di beberapa negara. Salah satu sektor industri yang tidak dipengaruhi oleh kondisi ekonomi global adalah industri yang termasuk dalam usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) karena UMKM bergerak pada sektor riil ekonomi kerakyatan [6]. UMKM merupakan salah satu pendorong utama pertumbuhan ekonomi Indonesia. Keberadaan UMKM ini berkontribusi terhadap pertumbuhan perekonomian di Indonesia karena mampu menyerap 97% dari total tenaga

kerja yang ada serta dapat menghimpun hingga 60,4% dari total investasi [7].

Peluang tersebut seharusnya dapat dimaksimalkan oleh

UMKM untuk dapat terus meningkatkan pendapatannya tentunya salah satu caranya adalah dengan menjaga kualitas produknya, karena mengendalikan kualitas produk merupakan salah satu strategi yang dapat dilakukan dengan lebih mudah dibandingkan mengendalikan *waste* yang lain [8].

BenRoti Snack Box merupakan UMKM yang bergerak dibidang kuliner khususnya roti dan jajanan pasar. UMKM BenRoti Snack Box berlokasi di Jl. Masjid Arrahman No. 25 RT 05/RW 15, Kelurahan Depok, Kecamatan Pancoran Mas, Kota Depok, Jawa Barat. Produksi roti dilakukan sebanyak empat kali dalam sehari dimana setiap produksinya menghasilkan sejumlah 64 roti, maka dalam sehari UMKM tersebut menghasilkan 256 buah roti.

Permasalahan yang sering terjadi di UMKM Benroti Snack Box adalah masih terdapat roti-roti yang kualitasnya kurang bagus seperti gosong, isian roti keluar, bentuk tidak sesuai dan kulit roti retak. Berdasarkan catatan dari UMKM BenRoti Snack Box, terdapat 258 roti yang termasuk kedalam kategori tidak sesuai, sehingga menyebabkan roti-roti tersebut tidak dapat dijual yang pada akhirnya akan menimbulkan kerugian karena produk roti tidak dapat dilakukan *rework*. Saat ini pengendalian kualitas yang dilakukan oleh UMKM BenRoti Snack Box hanya sebatas mencatat jumlah produk yang tidak sesuai dan belum ada metode pengendalian kualitas yang menggunakan alat statistika, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode atau alat pengendalian kualitas yang tepat untuk memonitoring jumlah produk tidak sesuai dari UMKM BenRoti.

Ada banyak cara untuk mengendalikan kualitas suatu produk, namun yang paling mudah dan populer untuk digunakan adalah peta kendali. Peta kendali merupakan suatu grafik yang menunjukkan apakah kinerja suatu proses dapat mempertahankan tingkat kualitas yang dapat diterima dan bertujuan untuk memonitoring pergeseran proses [9]. Peta kendali yang digunakan untuk memonitoring jumlah produk tidak sesuai adalah peta kendali np. Ada beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk membuat peta kendali np diantaranya peta kendali np klasik dan kendali np Bayesian [10].

Penelitian mengenai pengendalian kualitas telah dilakukan sebelumnya seperti pada penelitian [11] yang melakukan pengendalian kualitas untuk produik sepatu olahraga menggunakan peta kendali p. Selain itu penelitian mengenai peta kendali np klasik dan np bayes telah dilakukan pada [10] yang menyatakan bahwa peta kendali np bayes prior konjugat dibanding peta kendali np lainnya pada produksi air minum dengan jumlah sampel yang sama. Peta kendali np bayes juga pernah diteliti [12] dengan hasil peta kendali np bayes dengan jumlah sampel yang bervariasi memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan peta kendali np klasik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tiga jenis peta kendali np yaitu peta kendali np klasik, peta kendali np Bayesian prior konjugat dan peta kendali np Bayesian prior non-informatif untuk mengetahui peta kendali np terbaik

untuk dapat memonitoring jumlah produk yang tidak sesuai pada UMKM BenRoti SnackBox.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini memiliki beberapa kebaruan. Pertama, penelitian ini menggunakan np control card untuk fokus memantau jumlah barang cacat pada UMKM BenRoti SnackBox, sedangkan penelitian sebelumnya berfokus pada produk sepatu atletik dan air minum. . Kedua, penelitian ini membandingkan tiga jenis grafik np: grafik np klasik, grafik np sebelum Bayesian konjugat, dan grafik np sebelum Bayesian non-informatif, sedangkan penelitian sebelumnya telah menggunakan dua. Hanya kontrol np yang berbeda yang dibandingkan. bagan. Ketiga, penelitian ini menggunakan data yang berbeda dari UMKM BenRoti SnackBox, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan data dari produk lain. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam pengembangan kartu kendali np dan penerapannya pada UKM BenRoti SnackBox.

Pemilihan tiga jenis peta kendali np klasik yaitu peta kendali np Bayesian prior konjugat, dan peta kendali np Bayesian prior non-informatif didasarkan pada beberapa pertimbangan. Ketiga jenis peta kendali ini merupakan jenis peta kendali NP yang sering digunakan dalam pengendalian kualitas produk. Peta kendali np klasik adalah peta kendali yang sangat umum digunakan pada berbagai industri. Sedangkan, peta kendali NP Bayesian konjugat dan non-informatif adalah dua dari beberapa jenis peta kendali yang lebih baru yang memiliki beberapa pendekatan yang berbeda dalam memodelkan distribusi data.

Kemudian, ketiga jenis peta kendali ini memiliki pendekatan yang berbeda dalam mendefinisikan batas kendali dan menginterpretasikan hasil peta kendali. Pada peta kendali np klasik menggunakan batas kendali berdasarkan mean dan standar deviasi, sedangkan peta kendali NP bayesian konjugat dan non-informatif menggunakan pendekatan probabilitas untuk mendefinisikan batas kendali. Melakukan perbandingan dari ketiga jenis peta kendali ini dapat memberikan hasil yang berbeda dalam meninjau jumlah produk yang tidak sesuai dan membantu memilih peta kendali np terbaik untuk digunakan dalam pengendalian kualitas produk roti di UMKM BenRoti SnackBox.

Selain itu, jika ditinjau dari kondisi usaha pada UMKM BenRoti SnackBox mungkin memiliki karakteristik yang berbeda dengan industri lainnya, sehingga perlu dilakukan perbandingan untuk mengevaluasi keefektifan peta kendali yang digunakan. Oleh karena itu, perbandingan antara ketiga jenis peta kendali sangat membantu dalam memastikan bahwa peta kendali np yang digunakan cocok untuk memantau jumlah produk yang tidak sesuai di UMKM BenRoti SnackBox dan dapat menjadi dasar dalam penentuan peta kendali np terbaik untuk digunakan dalam pengendalian kualitas produk di UMKM tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer hasil pengamatan pada produksi roti di UMKM BenRoti Snack Box. Pengamatan dilakukan selama 20 hari kerja dengan mengamati seluruh produksi roti harian sejumlah 64 roti dan mencatat produk roti yang masuk kedalam kategori tidak sesuai. ketidaksesuaian yang terjadi pada produk roti di UMKM BenRoti Snack Box adalah gosong, isian keluar, bentuk tidak sesuai dan kulit retak. Adapun data jumlah ketidaksesuaian per jenis dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1
Jumlah ketidaksesuaian per jenis

| No | Tipe Cacat | Jumlah |
|----|---------------------|--------|
| 1 | Gosong | 104 |
| 2 | Isian Keluar | 73 |
| 3 | Bentuk Tidak Sesuai | 47 |
| 4 | Kulit Retak | 34 |

Sedangkan untuk data jumlah produk tidak sesuai yang terjadi per hari dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2
Jumlah produk tidak sesuai

| No | Sampel | Jumlah Produk Tidak Sesuai |
|----|--------|----------------------------|
| 1 | 64 | 16 |
| 2 | 64 | 12 |
| 3 | 64 | 15 |
| 4 | 64 | 10 |
| 5 | 64 | 11 |
| 6 | 64 | 10 |
| 7 | 64 | 11 |
| 8 | 64 | 11 |
| 9 | 64 | 10 |
| 10 | 64 | 12 |
| 11 | 64 | 11 |
| 12 | 64 | 27 |
| 13 | 64 | 12 |
| 14 | 64 | 16 |
| 15 | 64 | 12 |
| 16 | 64 | 12 |
| 17 | 64 | 13 |
| 18 | 64 | 10 |
| 19 | 64 | 13 |
| 20 | 64 | 14 |

2.2. Peta Kendali np

Setelah data didapatkan kemudian yang pertama kali dilakukan adalah melakukan analisis menggunakan peta kendali np. Peta kendali np sebenarnya merupakan turunan dari peta kendali p yang digunakan saat informasi yang ingin

proses. Cara untuk mendapatkan hitungan proporsi adalah dengan membagi jumlah cacat dengan jumlah sampel yang diambil dari suatu proses. Selain itu, penggunaan dari proporsi sangat membantu dalam melakukan identifikasi tren atau pola jumlah cacat atau kegagalan dalam suatu proses yang nantinya dapat digunakan untuk melakukan perbaikan pada suatu proses yang diamati.

Menurut Montgomery (2012), Proporsi kecacatan dihitung untuk setiap sampel dan batas kontrol atas dan bawah ditentukan berdasarkan rasio rata-rata dan standar deviasi rasio. Pecahan di luar batas kendali dapat menunjukkan adanya masalah dalam proses yang perlu ditangani. Batas-batas kendali yang digunakan pada peta kendali np adalah [13]:

$$UCL = np + 3\sqrt{np(1-p)} \tag{1}$$

$$CL = np \tag{2}$$

$$LCL = np - 3\sqrt{np(1-p)} \tag{3}$$

2.3. Peta Kendali np Bayesian Prior Konjugat Beta

Estimasi terhadap batas kendali pada peta kendali np bayes dapat dibuat dengan menggunakan metode Bayes, jika R adalah sebuah variabel diskret yang menunjukkan jumlah produk yang tidak sesuai dalam sejumlah k pengamatan, dengan ukuran sampel produk pada setiap pengamatan sebesar n dan tetap. Nilai kemungkinan dari jumlah produk yang tidak sesuai adalah p dan didistribusikan mengikuti distribusi Binomial yang hanya memiliki nilai antara 0 dan 1. Oleh karena itu, R dapat dinyatakan sebagai $R \sim BIN(n, p)$, dengan fungsi kepadatan peluang (*probability density function*) bersyarat untuk r jika diberikan p adalah sebagai berikut [10]:

$$f(r|p) = \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r}, 0 \leq p \leq 1 \tag{4}$$

Distribusi Beta adalah keluarga eksponensial dari distribusi Binomial dan oleh karena itu dapat digunakan sebagai prior konjugat untuk distribusi Binomial. Parameter p dalam distribusi Beta adalah penduga dari parameter tidak diketahui yang menunjukkan peluang dari banyaknya produk yang tidak sesuai dalam distribusi Binomial yang hanya memiliki nilai antara 0 hingga 1. Oleh karena itu, digunakan distribusi Beta sebagai prior dengan asumsi bahwa parameter p memiliki nilai-nilai bilangan riil yang beragam dari 0 hingga 1. Dengan asumsi bahwa $P \sim BETA(\alpha, \beta)$ dan $g(p)$ adalah fungsi kepadatan peluang, distribusi posterior untuk prior konjugat Beta dapat diperoleh melalui perbandingan fungsi kepadatan peluang bersama r dan p, dengan fungsi kepadatan peluang marginal r sebagai berikut [14]:

diketa
hui
adalah

jumlah
nonconformin
g atau jumlah

produk
yang
tidak

sesuai dengan ketentuan. Secara konseptual peta

$$g(p|r) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} f(r|p)g(p)}{p^{r+\alpha-1}(1-p)^{n-r+\beta-1}} \quad (5)$$

$$g(p|r) = \frac{1}{B(r+\alpha, n-r+\beta)}$$

kendali np tidak berbeda dengan peta kendali p, keduanya menggunakan dasar distribusi yang sama yaitu distribusi binomial. Penggunaan proporsi pada peta kendali np adalah untuk melacak jumlah kesalahan atau kegagalan dalam suatu

Menggunakan ekpetasi dari distribusi posterior maka parameter p dapat diduga, sehingga dapat dibentuk batas kendali untuk peta kendali np bayes prior konjugat distribusi beta sebagai berikut [10]:

$$UCL = n \frac{(n\bar{p} + \alpha)}{n + \alpha + \beta} + 3 \sqrt{n^2 \frac{n\bar{p}(1-\bar{p})}{(n + \alpha + \beta)^2}} \quad (6)$$

$$CL = n \frac{(n\bar{p} + \alpha)}{n + \alpha + \beta} \quad (7)$$

$$LCL = n \frac{(n\bar{p} + \alpha)}{n + \alpha + \beta} - 3 \sqrt{n^2 \frac{n\bar{p}(1-\bar{p})}{(n + \alpha + \beta)^2}} \quad (8)$$

dengan:

$$\alpha = p \left(\frac{p(1-p)}{s^2} - 1 \right) \quad \text{dan} \quad \beta = (1-p) \left(\frac{p(1-p)}{s^2} - 1 \right)$$

2.4. Peta Kendali np Bayesian Prior Non-Informatif

Distribusi yang termasuk kedalam prior non informatif salah satunya adalah distribusi uniform dengan asumsi bahwa peubah acak $P \sim \text{Uniform}(0,1)$ dan $g(p)$ adalah fungsi kepadatan peluang, distribusi posterior untuk prior non-informatif dapat diperoleh melalui perbandingan fungsi kepadatan peluang bersama r dan p , dengan fungsi kepadatan peluang marjinal r sebagaimana yang ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$g(p|r) = \frac{f(r|p)g(p)}{\int_{-\infty}^{\infty} f(r|p)g(p)} \quad (9)$$

$$g(p|r) = \frac{p^r(1-p)^{n-r}}{B(r+1, n-r+1)}$$

Sehingga batas kendali untuk peta kendali np Bayesian prior non-informatif adalah sebagai berikut:

$$UCL = n \frac{(n\bar{p} + 1)}{n + 2} + 3 \sqrt{n^2 \frac{n\bar{p}(1-\bar{p})}{(n+2)^2}} \quad (10)$$

$$CL = n \frac{(n\bar{p} + 1)}{n + 2} \quad (11)$$

$$LCL = n \frac{(n\bar{p} + 1)}{n + 2} - 3 \sqrt{n^2 \frac{n\bar{p}(1-\bar{p})}{(n+2)^2}} \quad (12)$$

2.5. Average Run Length (ARL)

Setelah mengkonstruksi semua peta kendali maka selanjutnya dilakukan perbandingan dengan menggunakan *Average Run Length* (ARL). ARL adalah statistik yang digunakan untuk menilai efektivitas peta kendali. ARL adalah rata-rata jumlah sampel yang harus diambil sebelum terdeteksi adanya pengamatan yang keluar batas kendali dari

suatu proses. ARL membantu dalam menentukan ukuran sampel yang optimal dan memastikan bahwa peta kendali dapat mengidentifikasi pemecahan dalam waktu yang cepat

digunakan efektif dan dapat mengidentifikasi masalah dengan cepat [15]. ARL pada saat ada pengamatan yang berada diluar batas kendali dapat dihitung menggunakan persamaan [9]:

$$ARL = \frac{1}{P(\text{Out of Control})} \quad \text{atau} \quad ARL = \frac{1}{\alpha} \quad (13)$$

Sedangkan pada saat tidak ada pengamatan yang diluar batas kendali, maka ARL dihitung menggunakan persamaan [9]:

$$ARL = \frac{1}{1-\beta} \quad (14)$$

dengan:

$$\beta = P(n\bar{p} < UCL | p) - P(n\bar{p} \leq LCL | p)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis yang pertama kali akan dilakukan pada penelitian ini untuk dapat menentukan kebaikan kinerja dari peta kendali np klasik dan np bayes adalah dengan menghitung seluruh nilai-nilai parameter dan statistik yang dibutuhkan untuk mengonstruksi peta kendali np, baik peta kendali np klasik maupun peta kendali np bayes prior koniugat dan prior non-informatif. Adapun nilai-nilai yang dibutuhkan untuk mengonstruksi peta kendali np klasik

dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

Tabel 3

Proporsi produk tidak sesuai

| No | Sampel | Jumlah Produk Tidak Sesuai | Proporsi |
|----|--------|----------------------------|----------|
| 1 | 64 | 16 | 0.250 |
| 2 | 64 | 12 | 0.188 |
| 3 | 64 | 15 | 0.234 |
| 4 | 64 | 10 | 0.156 |
| 5 | 64 | 11 | 0.172 |
| 6 | 64 | 10 | 0.156 |
| 7 | 64 | 11 | 0.172 |
| 8 | 64 | 11 | 0.172 |
| 9 | 64 | 10 | 0.156 |
| 10 | 64 | 12 | 0.188 |
| 11 | 64 | 11 | 0.172 |
| 12 | 64 | 27 | 0.422 |
| 13 | 64 | 12 | 0.188 |
| 14 | 64 | 16 | 0.250 |
| 15 | 64 | 12 | 0.188 |
| 16 | 64 | 12 | 0.188 |
| 17 | 64 | 13 | 0.203 |
| 18 | 64 | 10 | 0.156 |

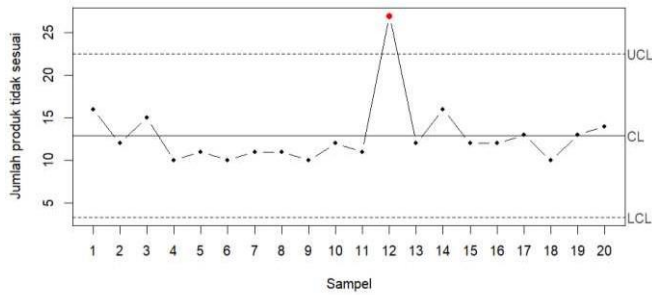
[9].

ARL dapat dihitung dengan menggunakan rumus matematika yang berdasar pada teori proses statistik. Beberapa

rumus ARL dapat menggunakan distribusi acak tertentu (seperti normal atau Poisson), tingkat signifikansi, dan parameter lain untuk menentukan rata-rata jumlah sampel yang diperlukan sebelum terdeteksi adanya pengamatan yang keluar batas kendali. ARL adalah indeks yang sangat penting bagi pengendalian kualitas dan industri, karena membantu memastikan bahwa peta kendali yang

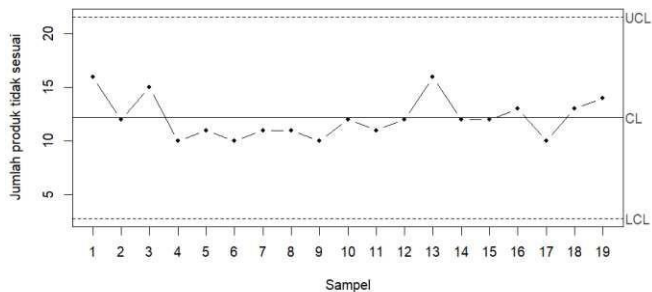
| | | | |
|------------------|----|----|--------------|
| 19 | 64 | 13 | 0.203 |
| 20 | 64 | 14 | 0.219 |
| Rata-rata | | | 0.202 |

Berdasarkan diketahui bahwa nilai \bar{p} sebesar 0,202 sehingga batas kendali untuk peta kendali np klasik dapat dihitung menggunakan persamaan (1), (2) dan (3) dan didapatkan nilai UCL sebesar 22,582, CL sebesar 12,900 dan LCL sebesar 3,272. Adapun peta kendali yang terbentuk dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Peta kendali np klasik

Berdasarkan peta kendali np klasik pada Gambar 1 terlihat bahwa ada 1 pengamatan yang berada diluar batas kendali, yaitu pada pengamatan ke 12 dengan jumlah produk tidak sesuai sebesar 27 roti, sehingga perlu dilakukan perbaikan peta kendali dengan menghilangkan data pada pengamatan 12 yang berada diluar batas kendali dan didapatkan peta kendali np klasik hasil perbaikan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbaikan peta kendali np klasik

Setelah menghilangkan data pada pengamatan ke-12 terlihat pada Gambar 2 bahwa peta kendali np klasis sudah dalam keadaan terkendali dengan nilai UCL sebesar 21,572, CL sebesar 12,157 dan LCL sebesar 2,743. Analisis selanjutnya

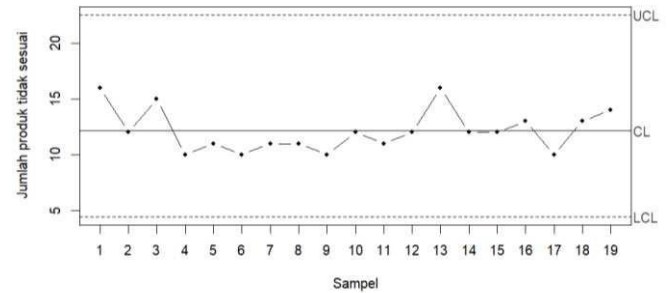
adalah membuat peta kendali np bayes prior konjugat menggunakan data yang telah dilakukan perbaikan dengan menghilangkan data pengamatan ke-12 dengan terlebih dahulu menghitung besaran nilai standar deviasi dari jumlah produk tidak sesuai (S) dan didapatkan nilai standar deviasinya sebesar 1,922. Kemudian dengan menggunakan

persamaan (6), (7) dan (8) dapat dihitung batas-batas kendali untuk peta kendali np prior konjugat, dengan hasil UCL sebesar 21,643, CL 12,155 sebesar dan LCL sebesar 2,668.

Adapun peta kendali np bayes prior konjugat dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan peta kendali np bayes prior konjugat pada Gambar 3 terlihat bahwa jumlah produk tidak sesuai sudah berada dalam keadaan terkendali.

Sedangkan untuk batas-batas kendali peta kendali np bayes prior non-informatif dapat dihitung menggunakan persamaan (10), (11) dan (12) dan didapatkan nilai UCL sebesar 22,543, CL sebesar 13,479 dan LCL sebesar 4,415. Adapun peta kendali np bayes prior non informatif dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta kendali np prior non-informatif

Setelah mendapatkan bahwa semua peta kendali np prior non-informatif telah berada dalam keadaan terkendali seperti pada Gambar 4, maka selanjutnya akan dilakukan perbandingan kinerja peta kendali dengan ukuran kebaikan yang digunakan adalah ARL. Peta kendali berada dalam keadaan terkendali sehingga perlu dihitung terlebih dahulu nilai β untuk masing-masing peta kendali. Nilai β untuk peta kendali np klasik adalah sebagai berikut:

$$\beta_{np\ klasik} = P(\bar{np} < UCL | p) - P(\bar{np} \leq LCL | p)$$

$$\beta_{np\ klasik} = P(D < UCL | p) - P(D \leq LCL | p)$$

$$\beta_{np\ klasik} = P(D < (21,572) | p) - P(D \leq (2,743) | p)$$

$$\beta_{np\ klasik} = P(D < 21 | p) - P(D \leq 2 | p)$$

Sedangkan untuk peta kendali np bayes prior konjugat nilai β -nya adalah:

$$\beta_{np\ konjugat} = P(\bar{np} < UCL | p) - P(\bar{np} \leq LCL | p)$$

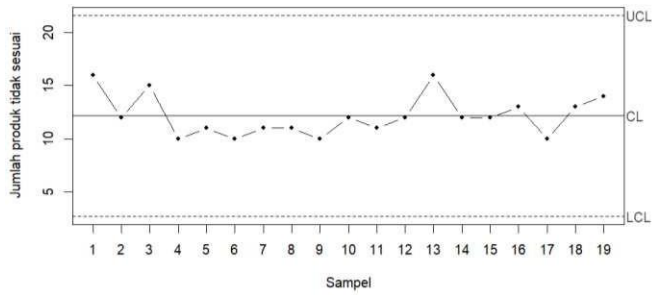
$$\beta_{np\ konjugat} = P(D < UCL | p) - P(D \leq LCL | p)$$

$$\beta_{np\ konjugat} = P(D < (21,643) | p) - P(D \leq (2,668) | p)$$

$$\beta_{np\ konjugat} = P(D < 21 | p) - P(D \leq 2 | p)$$

Setelah itu buat juga persamaan nilai β untuk peta kendali np bayes prior non-informatif sebagai berikut:

$$\beta_{np\ non-informatif} = P(\bar{np} < UCL | p) - P(\bar{np} \leq LCL | p)$$



Gambar 3. Peta kendali np bayes prior konjugat

$$\beta_{np \text{ non-informatif}} = P(D < UCL | p) - P(D \leq LCL | p)$$

$$\beta_{np \text{ non-informatif}} = P(D < (22, 543) | p) - P(D \leq (4, 415) | p)$$

$$\beta_{np \text{ non-informatif}} = P(D < 22 | p) - P(D \leq 4 | p)$$

Setelah mendapatkan persamaan nilai β untuk setiap jenis peta kendali np, selanjutnya dihitung ARL pada setiap proporsi dengan menggunakan persamaan (14) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4

Perbandingan nilai β dan ARL untuk setiap peta kendali np

| p | klasik | | bayes prior konjugat | | bayes prior non-informatif | |
|------|---------|---------------|----------------------|---------------|----------------------------|----------------|
| | β | ARL | β | ARL | β | ARL |
| 0,01 | 0,027 | 37,718 | 0,027 | 37,718 | 0,000 | 2141,228 |
| 0,03 | 0,301 | 3,319 | 0,301 | 3,319 | 0,043 | 23,202 |
| 0,05 | 0,627 | 1,596 | 0,627 | 1,596 | 0,216 | 4,637 |
| 0,10 | 0,961 | 1,040 | 0,961 | 1,040 | 0,780 | 1,283 |
| 0,15 | 0,998 | 1,002 | 0,998 | 1,002 | 0,972 | 1,029 |
| 0,20 | 0,995 | 1,005 | 0,995 | 1,005 | 0,996 | 1,004 |
| 0,25 | 0,940 | 1,063 | 0,940 | 1,063 | 0,966 | 1,035 |
| 0,30 | 0,738 | 1,355 | 0,738 | 1,355 | 0,817 | 1,224 |
| 0,35 | 0,412 | 2,429 | 0,412 | 2,429 | 0,516 | 1,939 |
| 0,40 | 0,148 | 6,779 | 0,148 | 6,779 | 0,216 | 4,640 |
| 0,50 | 0,032 | 31,123 | 0,032 | 31,123 | 0,056 | 17,979 |
| 0,55 | 0,004 | 245,492 | 0,004 | 245,492 | 0,008 | 118,637 |

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa nilai ARL untuk peta kendali np klasik dan peta kendali np bayes prior konjugat adalah sama karena memiliki nilai integer batas kendali yang sama. Juga menunjukkan bahwa peta kendali np bayes prior non-informatif memiliki nilai ARL yang relatif untuk pada nilai p yang digunakan pada dengan kecil nilai ARL yang dicetak tebal menunjukkan nilai ARL terkecil dibandingkan nilai ARL lainnya untuk setiap p dibandingkan dengan kedua jenis peta kendali np lainnya, sehingga peta kendali np bayes prior non-informatif memiliki kinerja yang lebih baik untuk melakukan pengendalian kualitas roti di UMKM BenRoti SncakBox.

Terdapat beberapa penyebab dari terjadinya data yang diluar batas kendali seperti perubahan bahan baku, perubahan proses produksi atau masalah pada mesin atau peralatan yang digunakan. Kondisi cuaca yang berbeda juga dapat mempengaruhi proses pembuatan roti dan kualitas produk akhir. Implikasi manajerial dari data yang tidak terkontrol adalah proses pembuatan roti menjadi tidak stabil dan tidak terkendali. Hal ini dapat menyebabkan penyimpangan yang tidak diinginkan dalam kualitas produk dan mempengaruhi kepuasan pelanggan.

Selain itu, ketidakstabilan proses dapat menyebabkan biaya yang lebih tinggi karena produk yang tidak memenuhi standar harus dibuang atau didaur ulang. Untuk memperbaiki situasi ini, pelaku usaha UMKM BenRoti SncakBox harus melakukan kontrol kualitas yang lebih baik dan teratur. Salah satu solusinya adalah dengan melakukan pengecekan kualitas bahan baku sebelum digunakan dalam proses produksi dan menerapkan kontrol yang ketat selama proses produksi. Pelaku usaha juga harus mempertimbangkan untuk meningkatkan peralatan produksi dan menerapkan sistem manajemen kualitas yang lebih baik untuk memastikan stabilitas proses produksi. Dalam jangka panjang, berinvestasi pada teknologi modern seperti pengaduk roti dan oven modern juga dapat meningkatkan efisiensi dan stabilitas produksi, dan pada akhirnya membantu mengontrol kualitas roti yang dipanggang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa pada proses produksi UMKM BenRoti SncakBox pengendalian kualitas yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan peta kendali atribut.

Peta kendali atribut yang dapat digunakan oleh UMKM BenRoti SncakBox adalah peta kendali np bayes dengan prior non-informatif

karena peta kendali tersebut memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan jenis peta kendali np lainnya, terlihat dari nilai ARL-nya yang lebih kecil dan batas kendalinya yang lebih sempit yang artinya peta kendali np prior non-informatif dapat mendeteksi terjadinya penyimpangan proses dengan lebih sensitif.

Referensi

- [1] S. H. Pradana Y, Handayani NU, "Analisis Pemborosan (Waste) Material Pada Proses Produksi Aqua Kemasan 240Ml di PT. Tirta Investama Klaten," Jurnal Online Engineering Industrial, vol. 6, no. 2, hal. 1-9, 2017.
- [2] C. Chrisna dan A. Ahmad, "Pemetaan Pemborosan (Waste) Dalam Proses Produksi Pada Seksi Painting Plastic (Studi Kasus Perusahaan Otomotif)," Jurnal Teknik Industri, vol. 8, no. 3, hal. 201-212, 2018, doi: 10.25105/jti.v8i3.4734.
- [3] Rahayu Khasanah, G. S. Kojoba, dan A. Mawadati, "Lean Six Sigma untuk Minimasi Pemborosan pada Proses Penyamakan Kulit Domba," INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi, vol. 1, no. 3, hal. 204-217, 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i3.382.
- [4] S. K. Isnain dan P. D. Karningsih, "Perancangan Perbaikan Proses Produksi Komponen Bodi Mobil Daihatsu dengan Lean Manufacturing di PT. 'XYZ,'" Jurnal Studi Manajemen dan Bisnis, vol. 5, no. 2, hal. 122-129, 2020, doi: 10.21107/jymb.v5i2.6667.
- [5] F. Resmalani, F. Yanuar, dan D. Devianto, "Pengaplikasian Peta Kendali P Bayes Pada Data Kasus Di Pt. Xyz," Jurnal Matematika UNAND, vol. 9, no. 2, hal. 162, 2020, doi: 10.25077/jmu.9.2.162-168.2020.
- [6] I. K. Wirawan, K. Sudibia, dan I. B. Purbadharmaja, "Pengaruh Bantuan Dana Bergulir, Modal Kerja, Lokasi Pemasaran Dan Kualitas Produk Terhadap Pendapatan Pelaku Umkmsektor Industri Di Kota Denpasar," E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana 4.01, vol. 4, no. 01, hal. 01-21, 2015.
- [7] G. A. S. Muna, W. Ardani, dan I. A. S. Putri, "Penguatan Pemberdayaan Ekonomi Perempuan melalui Presedensi G20 pada Era Pandemi Covid 19 pada UMKM di Bali," Lensa Ilmiah: Jurnal Manajemen dan Sumberdaya, vol. 1, no. 1, hal. 21-27, 2022, doi: 10.54371/jms.v1i1.163.
- [8] A. R. Fachrur dan P. D. Karningsih, "Perbaikan Kualitas Wire Rod Steel Di PT. Krakatau Steel (persero) Tbk. Cilegon," Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis, vol. 4, no. 1, hal. 210-223, 2014.
- [9] D. C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control. New York: Wiley, 2012.
- [10] F. Yanuar, M. Fara Nabilla, dan I. Rahmi, "Penerapan Peta Kendali Atribut Klasik Dan Peta Kendali Np Bayes Pada Produk Cacat Air Minum Asri Di Cv. Multi Rejeki Selaras Payakumbuh," Journal of Statistical Application and Computational Statistics, vol. 13, no. 1, hal. 17-24, 2021.
- [11] M. H. U. Wibowo dan A. R. Fachrur, "Statistical Quality Control Produk Sepatu Olahraga," 2022.
- [12] I. Kooli dan M. Limam, "Bayesian np control charts with adaptive sample size for finite production runs," Quality and Reliability Engineering International, vol. 25, no. 4, hal. 439-448, 2009, doi: 10.1002/qre.980.
- [13] A. Ridwan, P. F. Ferdinant, dan A. R. Fachrur, Pengendalian Dan Penjaminan Mutu Jilid 1, 1 ed. Serang: Untirta Press, 2023.
- [14] P. Erto, A. Lepore, B. Palumbo, dan A. Vanacore, "A Bayesian control chart for monitoring the ratio of Weibull percentiles," Quality and Reliability Engineering International, vol. 35, no. 5, hal. 1460-1475, 2019, doi: 10.1002/qre.2527.
- [15] D. J. Wheeler dan A.-W. Chambers, Understanding Statistical Process Control. SPC Press, 1990. doi: 10.1177/001316446902900124.