

PENERAPAN PROGRAM DINAMIK PROBABILISTIK DALAM PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA PRODUKSI DENGAN MEMPERTIMBANGKAN MASA KEDALUWARSA

(Studi Kasus: KCS Bakery Kefamenanu)

Anjelina Tefi^{1*}, Fried M. A. Blegur², Leonardus F. Obe³, Elinora N. Bano⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Matematika, Fakultas Pertanian, Sains Dan Kesehatan Universitas timor,
Jhelatefi08@gmail.com, allung.friedblegur@gmail.com, frengkyobe@gmail.com, iranaikteas@gmail.com

ABSTRACT

To keep the production process running smoothly, good planning and control of raw material inventory is required. This research aims to determine the application of a probabilistic dynamic program in controlling raw material inventory to minimize production costs by considering the expiration period. Production and inventory control problems can be solved using the dynamic programming method. The calculation process to obtain the total minimum production costs incurred by KCS Bakery without using a dynamic program is IDR 24,192,619.84 with a profit of IDR. 84,497,380 costs incurred based on the amount of bread production each January-December 2022 period. After using the dynamic program, the minimum production cost is 18,467,460 with a profit of 92,129,040 in a period of 1 year (12 months).

Keyword: production, probabilistic dynamic program

ABSTRAK

Untuk menjaga proses produksi berjalan lancar diperlukan suatu perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan program dinamik probabilistik dalam pengendalian persediaan bahan baku untuk meminimumkan biaya produksi dengan mempertimbangkan masa kedaluwarsa. Masalah produksi dan pengendalian persediaan dapat diselesaikan dengan menggunakan metode program dinamik. Proses perhitungan untuk mendapatkan total biaya produksi minimum yang dikeluarkan oleh pihak KCS Bakery tanpa menggunakan program dinamik adalah sebesar Rp 24.192.619,84 dengan keuntungan sebesar Rp. 84.497.380 biaya yang dikeluarkan berdasarkan jumlah produksi roti setiap periode Januari-Desember 2022. Setelah menggunakan program dinamik diperoleh biaya produksi minimum adalah Rp. 18.467.460 dengan keuntungan Rp. 92.129.040 dalam jangka waktu 1 tahun (12 bulan).

Kata Kunci: produksi, program dinamik probabilistik

PENDAHULUAN

Di era globalisasi seperti sekarang ini, persaingan antara perusahaan menjadi hal yang tidak dapat dihindari. Setiap perusahaan dituntut untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan produknya agar dapat bertahan dalam kompetisi dengan perusahaan lain. Untuk meningkatkan kualitas produk, perusahaan perlu memiliki sistem perencanaan produksi yang baik sehingga dapat memenuhi kepuasan konsumennya dan mendapatkan keuntungan yang optimal. Untuk menjaga proses produksi berjalan lancar diperlukan suatu perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku yang baik (Mardikawati dkk., 2015) Persediaan merupakan sumber daya yang disimpan dan dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan sekarang maupun

kebutuhan yang akan datang. Perusahaan dapat mengalami kelebihan atau kekurangan persediaan apabila tidak menerapkan kebijakan pengendalian persediaan yang optimal. Kelebihan persediaan (*overstock*) menyebabkan bahan baku akan disimpan lebih lama di gudang sehingga memberikan dampak peningkatan biaya. Sebaliknya apabila perusahaan mengalami kekurangan persediaan maka proses produksinya akan terganggu sehingga perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan konsumen (Hartini & Larasati, 2009). Masa kedaluwarsa barang menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya biaya total persediaan. Ketika barang tersebut telah melewati batas waktu pakai (barang telah kedaluwarsa), maka barang tersebut sudah tidak dapat digunakan lagi. Masalah persediaan juga sering berhadapan dengan permintaan yang tidak konstan (tidak pasti), artinya permintaan konsumen terhadap produk mengalami perubahan sepanjang waktu. Masalah persediaan juga sering berhadapan dengan permintaan yang tidak konstan (tidak pasti), artinya permintaan konsumen terhadap produk mengalami perubahan sepanjang waktu. Permasalahan persediaan bahan baku juga dialami oleh KCS Bakery Kefamenanu. KCS Bakery Kefamenanu menyediakan berbagai macam produk roti dalam kemasan dengan berbagai jenis rasa, bentuk, dan harga dengan maksud untuk memberikan alternatif pilihan kepada pembeli sesuai dengan selera dan *budget* pembeli. Oleh karena itu, KCS Bakery perlu melakukan perencanaan produksi yang optimal dengan melakukan pengendalian persediaan bahan baku secara baik sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen dan tidak memberikan biaya penyimpanan yang tinggi.

Masalah produksi dan pengendalian persediaan dengan memperhatikan masa kedaluwarsa dan permintaan yang tidak konstan (pasti) dapat diselesaikan secara bertahap dengan menggunakan metode program dinamik (Delfianda dkk., 2015). Program dinamik lebih merupakan suatu tipe pendekatan umum untuk pemecahan masalah dan persamaan-persamaan khusus yang akan digunakan harus dikembangkan sesuai dengan situasi setiap masalah. Program dinamik memiliki kelebihan yaitu persoalan optimalisasi yang kompleks dialihkan ke dalam sederetan persoalan yang lebih sederhana sebagai tahapan prosedur optimalisasi sehingga proses optimalisasi menjadi lebih efisien. Ada dua macam metode program dinamik yaitu metode program dinamik deterministik dan metode program dinamik probabilistik (Rizky, 2021). Penelitian yang dilakukan (Prasetyo, 2006) membahas tentang pengembangan model perencanaan persediaan bahan baku dengan mempertimbangkan waktu kedaluwarsa bahan baku pada industri pengolahan makanan. Ide yang mendasari penelitian tersebut adalah waktu kedaluwarsa bahan sangat berpengaruh dalam sistem produksi terutama persediaan bahan baku. Penelitian yang dilakukan oleh (Limansyah, 2012) membahas tentang penentuan kebijakan pemesanan barang untuk barang-barang yang memiliki faktor masa pakai, yaitu dengan kebijakan *joint order* atau kebijakan *individual order*. (Ramadhan & Sodikin, 2009) melakukan analisis perencanaan bahan baku dengan mempertimbangkan masa kedaluwarsa. Penelitian-penelitian di atas menggunakan metode *Economy Order Quantity* (EOQ) dan belum menggunakan program dinamik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan program dinamik probabilistik dalam pengendalian persediaan bahan baku untuk meminimumkan biaya produksi dengan mempertimbangkan masa kedaluwarsa.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode program dinamik probabilistik. Prosedur yang dipakai dalam penelitian ini adalah merumuskan masalah yaitu masalah bagaimana penerapan program dinamik probabilistik dalam pengendalian persediaan bahan baku untuk meminimumkan biaya produksi di KCS Bakery Kefamenanu. Selanjutnya mengetahui tujuan dalam penelitian ini yaitu mengetahui mengetahui penerapan program dinamik probabilistik dalam pengendalian persediaan bahan baku untuk meminimumkan biaya produksi. Tahapan pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis untuk memperoleh data dari pihak KCS Bakery Kefamenanu.

Metode Program Dinamik

Program dinamik adalah suatu teknik tentang optimasi proses banyak tahap. Suatu masalah pengambilan keputusan yang *multi stage* dipisah-pisahkan menjadi suatu sub masalah yang berurutan dan saling berhubungan. Pemrograman dinamik ini pertama kali dikembangkan oleh seorang ilmuwan bernama Richard Bellman pada tahun 1957. Pemrograman dinamik memberikan prosedur yang sistematis untuk menentukan kombinasi pengambilan keputusan yang memaksimalkan keseluruhan efektivitas. Tujuan utama model ini ialah untuk mempermudah penyelesaian persoalan optimasi yang mempunyai karakteristik tertentu. Istilah-istilah yang biasa digunakan dalam program dinamik antara lain *Stage* (tahap), *Alternatif*, *State* (tentriana, 2015):

Karakteristik Masalah Pemrograman Dinamik

Karakteristik dasar yang mencirikan masalah pemrograman dinamik adalah sebagai berikut (Winanda, 2011)

1. Permasalahan dapat dibagi dalam tahap-tahap (misal: waktu, bulan, hari, dan lain-lain).
2. Setiap tahap memiliki sejumlah keadaan (*states*) yang bersesuaian. Keadaan yang bersesuaian adalah berbagai kondisi yang mungkin, dimana sistem berada pada tahap tertentu dari keseluruhan permasalahan.
3. Pengaruh keputusan kebijakan pada setiap tahap adalah untuk merubah keadaan sekarang menjadi keadaan yang berkaitan dengan keadaan berikutnya. Dengan demikian, keputusan pada suatu tahap akan berpengaruh terhadap keputusan tahap berikutnya.
4. Prosedur penyelesaian dirancang untuk menemukan suatu kebijakan optimal untuk keseluruhan masalah, yaitu dengan mendapatkan keputusan kebijakan optimal pada setiap tahap untuk setiap keadaan.
5. Pengetahuan tentang keadaan sistem sekarang yang membawa semua informasi tentang tingkah laku sebelumnya menjadi perlu untuk menentukan kebijakan optimal.
6. Prosedur penyelesaian dimulai dengan menemukan kebijakan optimal untuk tahap terakhir, sehingga dapat memberikan keputusan kebijakan optimal untuk setiap keadaan.
7. Tersedia hubungan rekursif yang menunjukkan kebijakan optimal untuk tahap n dengan dasar kebijakan optimal untuk langkah $n + 1$

Program Dinamik Probabilistik

Program dinamik probabilistik merupakan program dinamik yang memiliki ciri-ciri bahwa status pada suatu tahap ditentukan oleh distribusi kemungkinan sebelumnya.

Persediaan

- manajemen persediaan adalah untuk menyediakan jumlah material yang tepat, *lead time* yang tepat dan biaya yang rendah (Lestari, 2018).
- untuk mengatur tersedianya suatu tingkat persediaan yang optimum yang dapat memenuhi kebutuhan bahan-bahan dalam jumlah, mutu, dan pada waktu yang tepat serta jumlah biaya yang rendah seperti yang diharapkan (Assauri, 2008).

Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan merupakan serangkaian kebijakan pengendalian untuk menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga kapan pesanan untuk menambah persediaan harus dilakukan dan berapa besar pesanan harus diadakan (Herjanto, E. 2008.)

Pengendalian persediaan merupakan fungsi manajerial yang sangat penting. Bila persediaan dilebihkan, biaya penyimpanan dan modal yang diperlukan akan bertambah. Bila perusahaan menanam terlalu banyak modalnya dalam persediaan, menyebabkan biaya penyimpanan yang berlebihan (Baroto, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Penelitian

Dalam penelitian ini data-data yang digunakan adalah data persediaan bahan baku, harga persediaan bahan baku, persediaan bahan tambahan pembuatan roti, harga persediaan bahan tambahan, data bahan-bahan yang digunakan untuk satu porsi tiap jenis roti, data harga jual produk roti per porsi, jumlah produksi roti, jumlah roti yang terjual dan permintaan yang terekam oleh KCS Bakery dari bulan Januari-Desember 2022.

Data persediaan bahan baku pembuatan roti Januari-Desember 2022 disajikan dalam tabel 1

Tabel 1. Data persediaan bahan baku pembuatan roti

Bulan	Tepung Terigu	Telur	Margarin	Gula Pasir
Januari	5 karung	20 Rak	13 kg	1 karung
Februari	5 karung	18 Rak	13 kg	1 karung
Maret	8 karung	28 Rak	13 kg	1 karung
April	11 karung	12 Rak	16 kg	1 karung
Mei	10 karung	18 Rak	16 kg	1 karung
Juni	10 karung	65 Rak	16 kg	2 karung
Juli	12 karung	70 Rak	14 kg	1 karung
Agustus	12 karung	30 Rak	15 kg	1 karung
September	15 karung	62 Rak	10 kg	1 karung
Oktober	20 karung	48 Rak	14 kg	1 karung
November	15 karung	36 Rak	15 kg	1 karung
Desember	20 Karung	60 Rak	5 kg	1 karung
Jumlah	143 Karung	467 Rak	160 Kg	13 Karung

Tabel 2 Harga Bahan Baku Pembuatan Roti

Bulan	Tepung terigu		Telur		Margarin/ Kg (Rp)	Gula pasir	
	1 Karung (Rp)	1 kg (Rp)	1 rak (Rp)	1 butir (Rp)		1 karung (Rp)	1 kg (Rp)
Januari	240.000	9.600	45.000	1.708	35.000	538.750	10.775
Februari	240.000	9.600	45.000	1.708	35.000	538.750	10.775
Maret	240.000	9.600	45.000	1.708	35.000	538.750	10.775
April	257.990	10.320	51.250	1.708	35.000	538.750	10.775
Mei	257.990	10.320	51.250	1.708	35.000	538.750	10.775
Juni	257.990	10.320	51.250	1.708	35.000	538.750	10.775
Juli	271.000	10.840	51.250	1.708	35.000	538.750	10.775
Agustus	257.990	10.320	57.500	2.000	34.333	538.750	10.775
September	271.000	10.840	59.167	2.000	55.115	538.750	10.775
Oktober	271.000	10.840	50.500	1.708	26.720	538.750	10.775
November	271.000	10.840	55.833	1.861	35.333	538.750	10.775
Desember	271.000	10.840	65.000	2.500	35.333	538.750	10.775

Tabel 3 Persediaan Bahan Tambahan Pembuatan roti

Bulan	Bahan							
	Keju / pcs	Abon / pcs	Susu cair full cream/ Liter	Baker's bonus/ Pcs	Garam /Pcs	Saf-instant (ragi)/PCS	Toffieco rum kopi/ Pcs	Coklat / Pcs
Jan	2	1	4	2	2	10	1	1
Feb	2	1	5	2	2	10	1	1
Mar	8	1	22	2	2	10	1	4
Apr	6	1	4	2	2	4	1	2
Mei	6	1	4	2	2	13	1	1
Juni	6	1	4	2	2	13	1	1
Juli	6	1	4	2	2	13	1	1
Agu	24	3	58	1	2	13	2	2
Sept	8	2	12	6	2	10	2	1
Okt	18	2	16	6	2	10	2	1
Nov	31	2	8	6	2	5	2	2
Des	24	2	10	6	2	5	1	4

Tabel 4 Harga Persediaan Bahan Tambahan Pembuatan roti

Bulan	Harga Bahan (Rp)								
	Keju / pcs	Abon / pcs	Susu cair full cream/ Liter	Baker's bonus/ Pcs	Garam/Pcs	Saf-instant (ragi)/pcs	Toffieco rum kopi/ Pcs	Coklat / Pcs	Total (Rp)
Jan	50.000	175.000	15.070	48.000	2.750	48.500	29.000	60.833	429.153
Feb	50.000	175.000	15.070	48.000	2.750	48.500	29.000	60.833	429.153
Mar	44.875	175.000	15.070	48.000	2.750	48.500	29.000	60.833	424.028
Apr	49.375	175.000	15.070	48.000	2.750	48.500	29.000	60.833	428.528
Mei	48.750	175.000	15.070	48.000	2.750	48.500	29.000	127.500	494.570
Juni	48.750	175.000	15.070	48.000	2.750	48.500	29.000	127.500	494.570
Juli	48.750	175.000	15.070	48.000	2.750	48.500	29.000	127.500	494.570
Agu	50.312	180.000	15.070	48.000	2.750	48.500	29.000	127.500	501.132
Sept	50.312	180.000	15.070	50.000	2.750	49.000	29.000	132.500	508.632
Okt	50.312	180.000	18.300	50.000	2.750	49.000	29.000	132.500	511.862
Nov	50.312	180.000	18.300	50.000	2.750	50.000	29.000	132.500	512.862
Des	50.312	180.000	18.300	50.000	2.750	50.000	29.000	130.000	510.362

Tabel 5 Bahan Yang Digunakan Untuk Satu Porsi Tiap Jenis Roti

Bahan	Roti abon	Roti abon cheese	Roti kopi ori	Roti kopi coklat
Terigu	40 gram	40 gram	40 gram	40 gram
Margarin	8 gram	8 gram	8 gram	8 gram
Telur	0,24 gram	0,24 gram	0,24 gram	0,24 gram
Gula	4 gram	4 gram	4 gram	4 gram
Keju	-	10 gram	-	-
Abon	4 gram	4 gram	-	-
Susu cair full cream	8 ml	8 ml	8 ml	8 ml
Baker's bonus	0,2 gram	0,2 gram	-	-
Garam	0,4 gram	0,4 gram	0,4 gram	0,4 gram
Saf-instant (ragi)	0,8 gram	0,8 gram	0,8 gram	0,8 gram
Toffieco rum kopi	-	-	2 gram	-
Coklat	-	-	-	2 Gram

Tabel 6 Harga Jual Produk Roti Per Porsi

Bulan	Roti abon	Roti abon cheese	Roti kopi ori	Roti kopi coklat
Januari	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
Februari	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
Maret	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
April	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
Mei	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
Juni	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
Juli	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
Agustus	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
September	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
Oktober	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
November	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500
Desember	Rp.8000	Rp.8000	Rp.6.500	Rp.6.500

Tabel 7 Jumlah Produksi,terjual dan Permintaan Roti Kopi Coklat

Bulan	Roti abon			Roti abon cheese			Roti kopi coklat			Roti kopi ori		
	produksi	terjual	permintaan	produksi	terjual	permintaan	produksi	terjual	permintaan	produksi	terjual	permintaan
Januari	114	114	126	130	130	138	418	418	423	427	415	415
Februari	146	142	142	134	134	144	328	324	324	352	352	358
Maret	336	336	340	158	148	148	338	330	330	405	405	412
April	241	241	246	85	85	99	284	284	290	343	338	338
Mei	447	447	455	173	173	185	375	370	370	515	490	490
Juni	414	414	424	200	200	213	296	296	300	354	354	374
Juli	547	540	540	218	210	210	344	344	344	439	430	430
Agustus	468	468	468	200	200	206	300	300	312	388	388	393
September	401	401	412	214	214	214	341	341	346	368	361	361
Oktober	419	419	425	191	191	201	278	278	290	438	438	431
November	510	510	519	269	291	291	320	320	331	460	460	460
Desember	433	425	425	117	117	132	278	278	293	346	346	350

➤ **Menghitung total biaya produksi yang digunakan periode januari-desember 2022**

Berdasarkan tabel 2 dan 4 harga biaya bahan baku pembuatan roti yang diperoleh dari KCS Bakery dapat dihitung total biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi roti selama 1 tahun (januari-desember) 2022.

Berikut data perhitungan biaya produksi periode januari-desember 2022 disajikan dalam tabel

Tabel 8 harga bahan baku dalam 1 porsi roti periode januari

Bahan	Harga Bahan (Rp)											
	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	Sep	Okt	Nov	Des
Terigu	9,6	9,6	9,6	10	10	10	11	10	11	11	11	11
Margarin	35	35	35	35	35	35	35	34	35	27	35	35
Telur	34	34	34	34	34	34	34	40	40	34	37	50
Gula	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Keju	50	50	45	49	49	49	49	50	50	50	50	50
Abon	175	175	175	175	175	175	175	175	180	180	180	180
Susu cair full cream	15	15	15	15	15	15	15	15	15	18	18	18
Baker's bonus	96	96	96	96	96	96	96	96	100	100	100	100
Garam	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Saf-istan (ragi)	97	97	97	97	97	97	97	97	98	98	100	100
Toffieco rum kopi	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290
Coklat	61	61	61	61	127	127	127	127	132	132	132	130

Untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan dalam proses pembuatan roti tahun 2022 perhitungan total biaya bahan baku per bulanya dikalikan dengan banyaknya setiap jenis roti yang diproduksi. Total pengeluaran biaya produksi disajikan dalam tabel 9

Tabel 9 total biaya produksi periode januari-desember 2022

Bulan	Roti abon	Roti abon cheese	Roti kopi ori	Roti kopi coklat	Total
Januari	Rp 186.659,04	Rp 277.856,80	Rp 639.714,32	Rp 434.786,88	Rp 1.539.017,04
Februari	Rp 239.054,56	Rp 286.406,24	Rp 527.352,32	Rp 341.172,48	Rp 1.393.985,60
Maret	Rp 550.152,96	Rp 329.802,88	Rp 606.754,80	Rp 351.574,08	Rp 1.838.284,72
April	Rp 398.459,76	Rp 182.185,60	Rp 519.356,88	Rp 299.949,44	Rp 1.399.951,68
Mei	Rp 739.051,92	Rp 370.801,28	Rp 779.792,40	Rp 445.560,00	Rp 2.335.205,60
Juni	Rp 684.491,04	Rp 428.672,00	Rp 536.012,64	Rp 351.695,36	Rp 2.000.871,04
Juli	Rp 926.267,92	Rp 475.972,48	Rp 682.276,24	Rp 422.487,04	Rp 2.507.003,68
Agustus	Rp 770.702,40	Rp 429.360,00	Rp 584.948,80	Rp 354.480,00	Rp 2.139.491,20
September	Rp 752.436,40	Rp 508.549,60	Rp 631.635,20	Rp 477.536,40	Rp 2.370.157,60
Oktober	Rp 701.808,24	Rp 415.417,36	Rp 663.552,48	Rp 333.310,88	Rp 2.114.088,96
November	Rp 888.052,80	Rp 602.904,32	Rp 727.388,80	Rp 404.889,60	Rp 2.623.235,52
Desember	Rp 755.325,20	Rp 262.594,80	Rp 561.904,00	Rp 351.503,20	Rp 1.931.327,20
jumlah					Rp 24.192.619,84

Jadi biaya yang dikeluarkan oleh pihak KCS Bakery kefamenanu untuk memproduksi keempat jenis produk roti adalah sebesar Rp 24.192.619,84.

Tabel 10 Keuntungan Yang Diperoleh Periode Januari-Desember 2022

Bulan	Roti Abon	Roti Abon Chesee	Roti Kopi Ori	Roti Kopi Coklat	Total	c_i	keuntungan
Januari	Rp 912.000	Rp 1.040.000	Rp 2.697.500	Rp 2.717.000	Rp 7.366.500	Rp 1.539.017	Rp 5.827.483
Februari	Rp 1.136.000	Rp 1.072.000	Rp 2.288.000	Rp 2.106.000	Rp 6.602.000	Rp 1.393.986	Rp 5.208.014
Maret	Rp 2.688.000	Rp 1.184.000	Rp 2.632.500	Rp 2.145.000	Rp 8.649.500	Rp 1.838.285	Rp 6.811.215
April	Rp 1.928.000	Rp 680.000	Rp 2.197.000	Rp 1.846.000	Rp 6.651.000	Rp 1.399.952	Rp 5.251.048
Mei	Rp 3.576.000	Rp 1.384.000	Rp 3.185.000	Rp 2.405.000	Rp 10.550.000	Rp 2.335.206	Rp 8.214.794
Juni	Rp 3.312.000	Rp 1.600.000	Rp 2.301.000	Rp 1.924.000	Rp 9.137.000	Rp 2.000.871	Rp 7.136.129
Juli	Rp 4.320.000	Rp 1.680.000	Rp 2.795.000	Rp 2.236.000	Rp 11.031.000	Rp 2.507.004	Rp 8.523.996
Agustus	Rp 3.744.000	Rp 1.600.000	Rp 2.522.000	Rp 1.950.000	Rp 9.816.000	Rp 2.139.491	Rp 7.676.509
September	Rp 3.208.000	Rp 1.712.000	Rp 2.346.500	Rp 2.216.500	Rp 9.483.000	Rp 2.370.158	Rp 7.112.842
Oktober	Rp 3.352.000	Rp 1.528.000	Rp 2.847.000	Rp 1.807.000	Rp 9.534.000	Rp 2.114.089	Rp 7.419.911
November	Rp 4.080.000	Rp 2.328.000	Rp 2.990.000	Rp 2.080.000	Rp 11.478.000	Rp 2.623.236	Rp 8.854.764
Desember	Rp 3.400.000	Rp 936.000	Rp 2.249.000	Rp 1.807.000	Rp 8.392.000	Rp 1.931.327	Rp 6.460.673
Jumlah	Rp35.656.000	Rp16.744.000	Rp31.050.500	Rp 25.239.500	Rp 108.690.000	Rp 24.192.620	Rp 84.497.380

Tabel 11 Total Biaya Produksi Roti(Roti Abon, Roti Abon Chesee, Roti Kopi Ori, Roti Kopi Coklat)

Bulan	Roti Abon	Roti Abon Chesee	Roti Kopi Ori	Roti Kopi Coklat
Januari	Rp 206.307	Rp 294.956	Rp 431.666	Rp 633.722
Februari	Rp 232.505	Rp 307.780	Rp 372.377	Rp 485.404
Maret	Rp 556.702	Rp 153.944	Rp 428.546	Rp 494.393
April	Rp 406.727	Rp 212.193	Rp 511.786	Rp 439.106
Mei	Rp 752.279	Rp 396.522	Rp 741.938	Rp 560.239
Juni	Rp 701.025	Rp 456.536	Rp 566.296	Rp 454.248
Juli	Rp 914.414	Rp 458.506	Rp 528.109	Rp 534.631
Agustus	Rp 770.702	Rp 442.241	Rp 464.369	Rp 470.371
September	Rp 773.077	Rp 508.550	Rp 505.544	Rp 585.292
Oktober	Rp 711.858	Rp 437.167	Rp 516.752	Rp 439.338
November	Rp 903.724	Rp 652.212	Rp 582.029	Rp 523.404
Desember	Rp 741.370	Rp 296.261	Rp 442.540	Rp 475.832
Jumlah	Rp 7.670.691	Rp 4.616.865	Rp 6.091.952	Rp 6.095.981

Berdasarkan perhitungan total biaya produksi setiap jenis roti pada tabel 11 diatas dapat digunakan untuk menghitung nilai probabiliti pada kenaikan biaya produksi roti dengan menjumlahkan total biaya keempat jenis roti pada setiap bulan Januari-Desember 2022. Perhitungan nilai probabiliti pada kenaikan biaya produksi roti periode Januari-Desember 2022 disajikan dalam tabel 12

Tabel 12 Nilai Probabiliti Pada Kenaikan Biaya Produksi Roti

Bulan	C_i	$ C_1 - C_i $	(P_i)	$P_i (\%)$
Januari	Rp 1.566.651	168.585	0,04299324	4,29932383
Februari	Rp 1.398.066	235.519	0,06006302	6,00630216
Maret	Rp 1.633.585	63.773	0,01626365	1,62636521
April	Rp 1.569.812	881.166	0,22471857	22,4718568
Mei	Rp 2.450.978	272.874	0,06958945	6,95894469
Juni	Rp 2.178.104	257.556	0,06568299	6,56829877
Juli	Rp 2.435.660	287.977	0,07344108	7,34410759
Agustus	Rp 2.147.683	224.780	0,05732432	5,73243177
September	Rp 2.372.463	267.348	0,06818018	6,81801837
Oktober	Rp 2.105.115	556.254	0,14185818	14,1858177
November	Rp 2.661.369	705.366	0,17988533	17,9885331
Desember	Rp 1.956.003			
Jumlah	Rp 24.475.489	3.921.198	1	100

Keterangan:

C_i = Total biaya periode ke i

P_i = Nilai probabiliti kenaikan biaya ke i

➤ **Proses Perhitungan Menentukan Nilai Probabiliti Pada Biaya Produksi :**

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata probabiliti} &= \frac{\text{jumlah probabiliti kenaikan biaya produksi}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{1}{12} \times 100\% = 8,3\% = 0,083 \end{aligned}$$

untuk menghitung nilai probabiliti total biaya minimum pada toko roti dapat diasumsikan menggunakan $8,3\% = 0,083$

➤ **Proses perhitungan total biaya minimum menggunakan program dinamik probabilistik dengan rekursif backward (mundur)**

n = banyaknya kesempatan KCS Bakery Kefamenanu memproduksi roti sebanyak 12 bulan ($n = 12$)

x_n = jumlah biaya produksi roti pada tahap n

s_n = jumlah biaya produksi roti yang tersedia untuk memulai tahap n

Nilai probabilitas untuk mendapatkan biaya yang minimum adalah $8,3\% = 0,083$

Sehingga,

$$f_{n+1}^*(s_{n+1}) = f_{13}^*(s_{13}) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } s_{13} < 7.670.691 \\ 1 & \text{untuk } s_{13} \geq 7.670.691 \end{cases}$$

Fungsi tujuan yang diharapkan adalah total biaya produksi minimum kurang dari 7.670.691 dengan demikian maka hubungan rekursif yang digunakan untuk setiap tahapan adalah sebagai berikut:

$$f_n(s_n, x_n) = 0,917 f_{n+1}^*(s_n - x_n) + 0,083 f_{n+1}^*(s_n + x_n)$$

$n = 1,2,3,4, \dots, 12$

Pengerjaan rekursif sebagai berikut:

➤ **Untuk $n = 12$**

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^*(s_{12} - x_{12}) + 0,083 f_{13}^*(s_{12} + x_{12})$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 4.616.865 \quad x_{12} = 4.616.865$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^*(4.616.865 - 4.616.865) + 0,083 f_{13}^*(4.616.865 + 4.616.865)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 6.091.952 \quad x_{12} = 4.616.865$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (6.091.952 - 4.616.865) + 0,083 f_{13}^* (6.091.952 + 4.616.865)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 6.091.952 \quad x_{12} = 6.091.952$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (6.091.952 - 6.091.952) + 0,083 f_{13}^* (6.091.952 + 6.091.952)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 6.095.981 \quad x_{12} = 4.616.865$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (6.095.981 - 4.616.865) + 0,083 f_{13}^* (6.095.981 + 4.616.865)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 6.095.981 \quad x_{12} = 6.091.952$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (6.095.981 - 6.091.952) + 0,083 f_{13}^* (6.095.981 + 6.091.952)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 6.095.981 \quad x_{12} = 6.095.981$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (6.095.981 - 6.095.981) + 0,083 f_{13}^* (6.095.981 + 6.095.981)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 7.670.691 \quad x_{12} = 0$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (7.670.691 - 0) + 0,083 f_{13}^* (7.670.691 + 0)$$

$$= 1$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 7.670.691 \quad x_{12} = 4.616.865$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (7.670.691 - 4.616.865) + 0,083 f_{13}^* (7.670.691 + 4.616.865)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 7.670.691 \quad x_{12} = 6.091.952$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (7.670.691 - 6.091.952) + 0,083 f_{13}^* (7.670.691 + 6.091.952)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 7.670.691 \quad x_{12} = 6.095.981$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (7.670.691 - 6.095.981) + 0,083 f_{13}^* (7.670.691 + 6.095.981)$$

$$= 0,083$$

$$\text{Untuk } s_{12} = 7.670.691 \quad x_{12} = 7.670.691$$

$$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^* (7.670.691 - 7.670.691) + 0,083 f_{13}^* (7.670.691 + 7.670.691)$$

$$= 0,083$$

Tabel 13 Hasil perhitungan pada tahap $n = 12$

s_{12}	x_{12}	$f_{12}(s_{12}, x_{12}) = 0,917 f_{13}^*(s_{12} - x_{12}) + 0,083 f_{13}^*(s_{12} + x_{12})$					$f_{12}^*(s_{12})$	x_{12}^*
		0	4.616.865	6.091.952	6.095.981	7.670.691		
0	0						0	
4.616.865	0	0,083					0,083	4.616.865
6.091.952	0	0,083	0,083				0,083	6.091.952
6.095.981	0	0,083	0,083	0,083			0,083	6.095.981
7.670.691	1	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	1	0

➤ Untuk $n = 11$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(s_{11} - x_{11}) + 0,083 f_{12}^*(s_{11} + x_{11})$$

$$\text{Untuk } s_{11} = 4.616.865 \quad x_{11} = 4.616.865$$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(4.616.865 - 4.616.865) + 0,083 f_{12}^*(4.616.865 + 4.616.865)$$

= 0,083

Untuk $s_{11} = 6.091.952$ $x_{11} = 0$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(6.091.952 - 0) + 0,083 f_{12}^*(6.091.952 + 0) \\ = 0,083$$

Untuk $s_{11} = 6.091.952$ $x_{11} = 4.616.865$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(6.091.952 - 4.616.865) + 0,083 f_{12}^*(6.091.952 + 4.616.865) \\ = 0,083$$

Untuk $s_{11} = 6.091.952$ $x_{11} = 6.091.952$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^* (6.091.952 - 6.091.952) + 0,083 f_{12}^* (6.091.952 + 6.091.952) \\ = 0,083$$

Untuk $s_{11} = 6.095.981$ $x_{11} = 0$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(6.095.981 - 0) + 0,083 f_{12}^*(6.095.981 + 0) \\ = 0,083$$

Untuk $s_{11} = 6.095.981$ $x_{11} = 4.616.865$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^* (6.095.981 - 4.616.865) + 0,083 f_{12}^* (6.095.981 + 4.616.865) \\ = 0,083$$

Untuk $s_{11} = 6.095.981$ $x_{11} = 6.091.952$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(6.095.981 - 6.091.952) + 0,083 f_{12}^*(6.095.981 + 6.091.952) \\ \equiv 0,083$$

Untuk $s_{11} = 6.095.981$ $x_{11} = 6.095.981$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(6.095.981) - 6.095.981) + 0,083 f_{12}^*(6.095.981) + 6.095.981) \\ \equiv 0,083$$

Untuk $s_{11} = 7.670.691$ $x_{11} = 0$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(7.670.691 - 0) + 0,083 f_{12}^*(7.670.691 + 0) \\ = 1$$

Untuk $s_{11} = 7\ 670\ 691$ $x_{11} = 4\ 616\ 865$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(7.670.691 - 4.616.865) + 0,083 f_{12}^*(7.670.691 + 4.616.865) \\ = 0,083$$

Untuk $s_{11} = 7.670.691$ dan $x_{11} = 6.091.952$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(7.670.691 - 6.091.952) + 0,083 f_{12}^*(7.670.691 + 6.091.952) \\ - 0,083$$

Untuk $s_{11} = 7.670.691$ dan $x_{11} = 6.095.981$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(7.670.691 - 6.095.981) + 0,083 f_{12}^*(7.670.691 + 6.095.981) \\ = 0,083$$

Untuk $s_{11} = 7.670.691$

$$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(7.670.691 - 7.670.691) + 0,083 f_{12}^*(7.670.691 + 7.670.691) \\ = 0,083$$

Tabel 15 Hasil perhitungan pada tahap $n = 11$

Tabel 13 Hasil perhitungan pada tanpa $n = 11$							
x_{11}	$f_{11}(s_{11}, x_{11}) = 0,917 f_{12}^*(s_{11} - x_{11}) + 0,083 f_{12}^*(s_{11} + x_{11})$					$f_{11}^*(s_{11})$	x_{11}^*
	0	4.616.865	6.091.952	6.095.981	7.670.691		
0	0					0	
4.616.865	0	0,083				0,083	4.616.865
6.091.952	0	0,083	0,083			0,083	6.091.952
6.095.981	0	0,083	0,083	0,083		0,083	6.095.981
7.670.691	1	0,083	0,083	0,083	0,083	1	0

Dengan demikian hasil perhitungan biaya total minimum yang diperoleh dari perhitungan menggunakan metode program dinamik probabilistik dengan pendekatan rekursif mundur adalah sebesar Rp. 4.616.865. Untuk mendapatkan total biaya minimum, maka hasil perhitungan tersebut dikalikan dengan keempat jenis roti. Sehingga total biaya minimum yang diperoleh adalah Rp. 18.467.460 .

➤ **Proses Perhitungan untuk Perencanaan Produksi dan Persediaan Bahan Baku**

$$\begin{aligned} \text{Perencanaan produksi} &= \frac{\text{biaya total minimum}}{\text{banyaknya kesempatan untuk memproduksi roti}} \\ &= \frac{\text{Rp.} 18.467.460}{12} = \text{Rp.} 1.538.955 \end{aligned}$$

Tabel 16 Keuntungan Yang Diperoleh Periode Januari – Desember

Roti Abon	Roti Cheese	Roti Kopi Ori	Roti Kopi Coklat	Total	↳	Keuntungan
Rp 1.008.000	Rp 1.104.000	Rp 2.697.500	Rp 2.749.500	Rp 7.559.000	Rp 1.538.955	Rp 6.020.045
Rp 1.136.000	Rp 1.152.000	Rp 2.327.000	Rp 2.106.000	Rp 6.721.000	Rp 1.538.955	Rp 5.182.045
Rp 2.720.000	Rp 1.184.000	Rp 2.678.000	Rp 2.145.000	Rp 8.727.000	Rp 1.538.955	Rp 7.188.045
Rp 1.968.000	Rp 792.000	Rp 2.197.000	Rp 1.885.000	Rp 6.842.000	Rp 1.538.955	Rp 5.303.045
Rp 3.640.000	Rp 1.480.000	Rp 3.185.000	Rp 2.405.000	Rp 10.710.000	Rp 1.538.955	Rp 9.171.045
Rp 3.392.000	Rp 1.704.000	Rp 2.431.000	Rp 1.950.000	Rp 9.477.000	Rp 1.538.955	Rp 7.938.045
Rp 4.320.000	Rp 1.680.000	Rp 2.795.000	Rp 2.236.000	Rp 11.031.000	Rp 1.538.955	Rp 9.492.045
Rp 3.744.000	Rp 1.648.000	Rp 2.554.500	Rp 2.028.000	Rp 9.974.500	Rp 1.538.955	Rp 8.435.545
Rp 3.296.000	Rp 1.712.000	Rp 2.346.500	Rp 2.249.000	Rp 9.603.500	Rp 1.538.955	Rp 8.064.545
Rp 3.400.000	Rp 1.608.000	Rp 2.801.500	Rp 1.885.000	Rp 9.694.500	Rp 1.538.955	Rp 8.155.545
Rp 4.152.000	Rp 2.328.000	Rp 2.990.000	Rp 2.151.500	Rp 11.621.500	Rp 1.538.955	Rp 10.082.545
Rp 3.400.000	Rp 1.056.000	Rp 2.275.000	Rp 1.904.500	Rp 8.635.500	Rp 1.538.955	Rp 7.096.545
Rp 36.176.000	Rp 17.448.000	Rp 31.278.000	Rp 25.694.500	Rp 110.596.500	Rp 18.467.460	Rp 92.129.040

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian dan hasil pengolahan data analisis biaya produksi roti periode Januari - Desember 2022 yang telah disajikan pada bab sebelumnya, maka diambil kesimpulan bahwa Biaya produksi roti yang dikeluarkan oleh pihak KCS Bakery Kefamenanu tahun 2022 adalah Rp 24.192.619,84 dengan keuntungan sebesar Rp. 84.497.380 biaya yang dikeluarkan berdasarkan jumlah produksi roti setiap periode Januari-Desember 2022 namun tidak memenuhi permintaan sehingga keuntungan yang diperoleh tidak optimal. Peluang kebijakan untuk mendapatkan total biaya minimum perusahaan sebesar Rp. 18.467.460 dengan keuntungan Rp. 92.129.040 dari keseluruhan total biaya produksi roti selama 1 tahun adalah 8,3%. Biaya yang diperoleh dari perhitungan menggunakan metode program dinamik probabilistik tersebut sudah memenuhi permintaan, sehingga segala kemungkinan-kemungkinan buruk seperti pemesanan dibawah permintaan dan pemesanan terlampaui lebih banyak dari permintaan yang dapat menyebabkan kerugian pada pihak KCS Bakery sudah terakomodir dengan baik. Selanjutnya pada pemrograman dinamik probabilistik terdapat suatu distribusi probabilitas pada keadaan yang akan datang yaitu 0,917 dan 0,083.

REFERENCES

- Assauri, S. (2008). Manajemen operasi. 2008.
- Baroto, t. (2002). Perencanaan Dan Pengendalian Produksi. 2002.
- Delfianda, P., Komalig, H., & Manurung, T. (2015). Optimalisasi Biaya Total Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Menggunakan Program Dinamik (Studi Kasus: Nabila Bakery SPMA Kalasey Manado). *d'CARTESIAN*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.35799/dc.4.1.2015.6816>
- Hartini, S., & Larasati, I. (2009). *PENGENDALIAN PERSEDIAAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN DYNAMIC INVENTORY DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN PERMINTAAN, YIELD, DAN LEADTIME*. 3.
- Herjanto, E. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*, edisi kedua, PT. Grasindo, Jakarta (2).pdf. (t.t.).
- Lestari, N. (2018). *Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri*.
- Limansyah, T. (2012). *PENENTUAN KEBIJAKAN PEMESANAN BARANG UNTUK MODEL PERSEDIAAN MULTI ITEM DENGAN MEMPERTIMBANGKAN FAKTOR KADALUWARSA DAN FAKTOR ALL UNIT DISCOUNT*.
- Mardikawati, L., Marliadi S., Mamiika U. R., (2015) 'pengoptimalan total biaya pada pengendalian persediaan bahan baku menggunakan pemrograman dinamik deterministik (Studi Kasus : PT. Suara Nusa Niaga Nusantara)', p. 11.
- Prasetyo, H. (2006). PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN MEMPERTIMBANGKAN WAKTU KADALUWARSA DAN FAKTOR UNIT DISKON. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 4(3).
- Ramadhan, Y., & Sodikin, I. (2009). ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN BAKU DARI PRODUK SUSU SGM SEREAL BERAS MERAH DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KAPASITAS PRODUKSI,. *Jurnal Teknologi*, 2.
- Rizky, A. N. (2021). Program Dinamik Pada Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Persediaan PT Ganesha Abaditama. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 3(1). <https://doi.org/10.30998/joti.v3i1.6477>
- Tentriana, A. (2015). *Jurnal MSA Vol. 3 No. 2 Ed. Juli-Desember 2015*. 3(2).
- Winanda, L. A. R. (2011). *PENERAPAN PROGRAM DINAMIS PROBABILISTIK PADA PENJADWALAN PROYEK KONSTRUKSI JEMBATAN*.