

PERANCANGAN SISTEM DAN PENERAPAN METODE MONTE CARLO UNTUK MEMREDIKSI PERMINTAAN (Studi Kasus: Toko Keluarga)

Nurul Aini¹, Ati Zaidiah, S.Kom., MTI.², Ika Nurlaili Isnainiyah, S.Kom., M.Sc.³
S1 Sistem Informasi / Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
Jalan RS. Fatmawati Raya, Pondok Labu, Kec. Cilandak, Depok, Jawa Barat 12450
nurula@upnvj.ac.id, atizaidiah@upnvj.ac.id, nurlailika@upnvj.ac.id

Abstrak. Dalam industri pemasaran, penyediaan barang merupakan hal penting yang harus dilakukan dalam pemenuhan kebutuhan konsumen. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen, diperlukan persiapan perihal besaran persediaan barang yang tepat. Barang persediaan yang memiliki kapasitas berlebih, dapat menimbulkan beberapa masalah. Seperti yang dialami oleh Toko SEMBAKO Keluarga, Toko Keluarga seringkali mengalami *overstock* atau persediaan stok berlebih yang menimbulkan masalah pada biaya modal, dan pemanfaatan ruang persediaan barang. Masalah-masalah tersebut dapat memengaruhi keuntungan yang diperoleh oleh Toko Keluarga, sehingga dibutuhkan prediksi pada permintaan barang yang akan terjadi di masa depan. Prediksi permintaan barang dapat dilakukan dengan menggunakan proses Simulasi Monte Carlo. Proses simulasi dilakukan dengan cara menghitung dari data transaksi historis Toko Keluarga selama 12 bulan (November 2020 – Oktober 2021). Hasil prediksi yang dilakukan dengan metode Simulasi Monte Carlo, menghasilkan nilai akurasi sebesar 91%, sehingga hasil prediksi tersebut masuk ke dalam kategori prediksi ‘Sangat Baik’, dan mampu digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam proses penyediaan barang persediaan.

Kata Kunci: *Overstock*, Prediksi, Statistika dan Probabilitas, Simulasi Monte Carlo.

1 Pendahuluan

SEMBAKO merupakan jenis barang yang termasuk dalam Klasifikasi FSN sebagai kategori *fast moving* atau material dengan laju pemakaian lebih dari satu kali dalam kurun waktu satu tahun, karena SEMBAKO memiliki tingkat permintaan yang tinggi, guna pemenuhan kebutuhan pokok sehari-hari, dan dikarenakan pergerakan permintaannya yang cepat. Permintaan telur, yang tinggi terjadi pada Toko Keluarga, berlokasi di Jalan Bendungan Hilir Raya, Kelurahan Bendungan Hilir, Kecamatan Tanah Abang. Menurut hasil wawancara dengan pemilik toko, penjual kerap kali mengalami kesulitan saat hendak melakukan persediaan telur di bulan berikutnya, karena penjual tidak memprediksi permintaan telur yang akan naik atau turun melalui perhitungan probabilitas dan statistik. Penjual mengeluh sering terjadinya persediaan berlebih (*overstock*), sehingga mengakibatkan penumpukan barang yang memakan ruangan, dan kerugian pada Toko Keluarga.

Dengan melihat data permintaan telur serta frekuensi permintaan yang terjadi pada Toko Keluarga, maka metode yang tepat untuk dilakukannya prediksi adalah metode Monte Carlo, menurut DQLab.id dalam Contoh Teknik Pengolahan Data dengan Analisis Monte Carlo, metode ini menggunakan variabel acak sebagai hasil dari model yang komprehensif, sehingga perilaku elemen individu dapat diprediksi. Dikarenakan probabilitas adalah ukuran yang terukur, maka dapat menyatakan sebuah ukuran kemungkinan dari terjadinya suatu peristiwa yang akan mendatang.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Telur

Telur merupakan salah satu bahan pangan pokok yang masuk ke dalam daftar ke sembilan bahan pokok. Telur merupakan produk dari hasil peternakan yang memiliki kecukupan gizi bagi masyarakat, telur dapat memenuhi zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. [4]

2.2 Probabilitas dan Statistika

Probabilitas atau sering disebut sebagai peluang adalah sebuah kemungkinan yang akan terjadi pada suatu kejadian (*event*) yang berupa sebuah nilai atau besaran pada kejadian yang akan terjadi. Statistika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari suatu metode dengan teknik yang dimulai dari pengumpulan data, pengolahan, penyajian, analisis, dan interpretasi data, sehingga data tersebut dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan. [2]

2.3 Metode Monte Carlo

Metode Monte Carlo merupakan gabungan dari nomor yang diartikan menjadi metode simulasi statistik. Metode ini telah diterapkan dalam proses yang melibatkan sifat acak dan memiliki kegunaan sebagai alat untuk mengukur kriteria-kriteria fisik sulit bahkan tidak mungkin dipecahkan dengan menggunakan perhitungan pengukuran eksperimental. Metode Monte Carlo merupakan prosedur pemecahan komputasi yang mengaitkan sampel acak secara berulang untuk menghasilkan sebuah prediksi.

Tahapan dari simulasi Monte Carlo terbagi menjadi lima bagian:

1. Menetapkan distribusi probabilitas

Menetapkan distribusi probabilitas adalah proses menguji hasil dari data historis.

$$Pb(i) = \frac{fk}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

Pb(i) = Probabilitas Distribusi

fk = Frekuensi

n = Total Frekuensi

2. Membuat distribusi probabilitas kumulatif

Membuat distribusi probabilitas kumulatif dapat dilakukan dengan menjumlahkan distribusi probabilitas dengan tiap angka kemungkinan yang akan terjadi.

$$Di + Pi \quad (2)$$

Keterangan:

Di = Distribusi probabilitas

Pi = Angka kemungkinan

3. Menetapkan interval angka acak

Interval angka acak dapat ditentukan dari hasil perhitungan distribusi probabilitas kumulatif dari tiap bulan peristiwa. Dengan ketentuan nilai x berada dalam interval $-\infty \leq x \leq \infty$, yang dimana x merupakan variabel kontinu.

4. Membangkitkan angka acak

Membangkitkan angka acak bertujuan untuk menghasilkan sebuah urutan angka, sehingga dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan distribusinya.

$$X_n = (a \cdot X_{n-1} + b) \bmod m \quad (3)$$

Keterangan:

X_n = Bilangan acak ke-n

X_{n-1} = Bilangan acak sebelum nilai n

a = Faktor perkalian

b = Increment

mod = Modulus

m = Modulus pembagi

5. Menyimulasikan percobaan

Hasil dari perhitungan dapat disimulasikan secara sederhana dengan memilih angka acak yang telah dibangkitkan, dan simulasi percobaan dapat dimulai dari titik mana pun, kemudian dapat dilihat dalam interval berapa setiap angka muncul.

2.4 Sistem Prediksi

Sistem adalah kumpulan subsistem, dan komponen yang bekerja sama satu dengan lainnya agar mencapai hasil (*output*) dengan tujuan yang telah dibuat.

Prediksi adalah proses perhitungan secara sistematis mengenai suatu kemungkinan yang pasti terjadi di masa yang akan datang berdasarkan data historis, dengan tujuan meminimalisir kesalahan yang akan terjadi. [3]

2.5 Akurasi

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan ukuran kesalahan yang tidak mutlak, yang dihasilkan dari perhitungan rata-rata kesalahan mutlak selama bulan waktu tertentu, kemudian dikalikan dengan 100%, sehingga hasil dari MAPE berupa sebuah persentase. [1]

Rumus untuk melakukan perhitungan MAPE dapat ditunjukkan, sebagai berikut:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

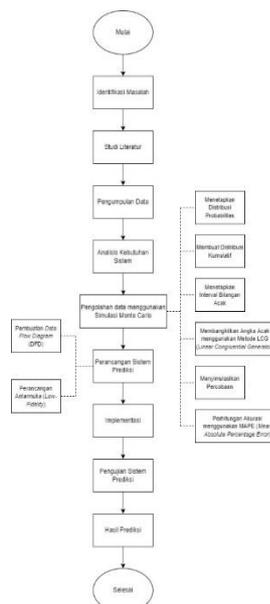
n = Ukuran sampel

A_i = Nilai data aktual

F_i = Nilai peramalan

3 Metode Penelitian

3.1 Alur Penelitian



Gambar. 1. Alur Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Pada tahap mengidentifikasi masalah, penulis melakukan observasi secara langsung dengan mengunjungi Toko Keluarga dan melakukan analisis terhadap permasalahan yang kerap terjadi di Toko Keluarga secara langsung dengan tahap wawancara bersama pemilik Toko Keluarga.

3.3 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, penulis melakukan literasi melalui kumpulan buku dan jurnal, yang terkait dengan teori probabilitas dan statistika, metode Monte Carlo, dan teori-teori lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Teori serta pembahasan tersebut bersumber dari berbagai macam literatur, seperti jurnal, *website*, dan *e-Book*.

3.4 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, penulis melakukan pengumpulan data historis pembelian telur melalui laporan penjualan, selama bulan November 2020 - Oktober 2021, yang terjadi pada Toko Keluarga.

3.5 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem berguna untuk mengetahui kebutuhan sistem dalam merubah proses manual menjadi proses yang efisien, maka pada penelitian ini penulis menggunakan metode PIECES yang meliputi (*Performance, Information, Economy, Control, Efficiency, dan Service*).

3.6 Pengolahan Data

Perhitungan ini meliputi proses penetapan distribusi probabilitas, membuat distribusi probabilitas kumulatif, menetapkan interval bilangan acak, membangkitkan angka acak, dan menyimulasikan percobaan hingga penulis dapat menganalisis dari hasil tahapan proses tersebut. Dari hasil analisis data menggunakan metode Monte Carlo, penulis akan melakukan perhitungan akurasi dengan menggunakan metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

3.7 Perancangan Sistem Prediksi

Pada tahap perancangan sistem prediksi, penulis melakukan perancangan dengan membuat diagram aliran data untuk mengetahui alur dari data yang terjadi di dalam sistem, dari proses *input* hingga *output*.

3.8 Implementasi

Pada tahap implementasi sistem prediksi, penulis melakukannya dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP, yang dibantu dengan *framework* CodeIgniter 3 untuk mempermudah pembangunan sistem. Penulis menggunakan *javascript* untuk mengimplementasikan seluruh rumus yang digunakan dalam sistem prediksi.

3.9 Pengujian Sistem Prediksi

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dengan fokus utama yang terletak pada informasi yang ditampilkan oleh sistem, dan melihat bagaimana respon sistem terhadap inputan data, apakah hasil yang dikeluarkan sesuai dengan yang diharapkan, sehingga pengguna nantinya akan dapat menggunakan sistem tersebut.

3.10 Hasil Prediksi

Informasi hasil pengolahan data akan disajikan dalam bentuk tabel, sementara untuk visualisasi data akan

ditampilkan dalam bentuk diagram, sehingga informasi tersebut diharapkan mampu membantu pengguna dalam mengambil keputusan, serta meminimalisir terjadinya pemborosan.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengolahan Data

4.1.1 Menetapkan Distribusi Probabilitas

Menghitung frekuensi dari tiap kejadian, dan membaginya dengan jumlah dari kejadian tersebut.

$$Pb(i) = \frac{fk}{n} = \frac{1}{12} = 0,08$$

Tabel 1. Distribusi Probabilitas

No.	Permintaan	Frekuensi	Distribusi Probabilitas
1	667	1	0,08
2	406	1	0,08
3	696	1	0,08
4	435	1	0,08
5	319	2	0,17
6	580	1	0,08
7	624	1	0,08
8	363	1	0,08
9	290	2	0,17
10	551	1	0,08

4.1.2 Membuat Distribusi Kumulatif

Menjumlahkan antara distribusi probabilitas dan angka sebelumnya untuk menghasilkan nilai dari distribusi probabilitas kumulatif.

$$Di + Pi = 0,08 + 0,08 = 0,16$$

Tabel 2. Probabilitas Kumulatif

No.	Permintaan	Frekuensi	Distribusi Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1	667	1	0,08	0,08
2	406	1	0,08	0,16
3	696	1	0,08	0,25
4	435	1	0,08	0,33
5	319	2	0,17	0,50
6	580	1	0,08	0,58
7	624	1	0,08	0,66
8	363	1	0,08	0,75
9	290	2	0,17	0,91
10	551	1	0,08	1,00

4.1.3 Menetapkan Interval Bilangan Acak

Mengambil jarak interval bilangan acak dengan menggunakan nilai dari distribusi probabilitas kumulatif yang telah dihitung.

Tabel 3. Probabilitas Kumulatif

No.	Permintaan	Frekuensi	Distribusi Probabilitas	Probabilitas Kumulatif	Interval Bilangan Acak
1	667	1	0,08	0,08	0 - 8
2	406	1	0,08	0,16	9 - 16
3	696	1	0,08	0,25	17 - 25
4	435	1	0,08	0,33	26 - 33
5	319	2	0,17	0,50	34 - 50
6	580	1	0,08	0,58	51 - 58
7	624	1	0,08	0,66	59 - 66
8	363	1	0,08	0,75	67 - 75
9	290	2	0,17	0,91	76 - 91
10	551	1	0,08	1,00	92 - 100

4.1.4 Membangkitkan Angka Acak

Menggunakan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dengan nilai $a = 4$, $b = 7$, $m = 99$, dan $X_0 = 11$.

$$X_n = (a \cdot X_{n-1} + b) \bmod m = (4 \cdot 11 + 7) \bmod 99 = 51$$

Hingga didapatkan 12 angka acak dari metode LCG: 51, 13, 59, 45, 88, 62, 57, 37, 56, 33, 40, dan 68.

4.1.5 Mensimulasikan Percobaan

Mengambil tiap angka yang dihasilkan dari angka acak, kemudian penulis melihat pada interval angka acak yang telah dibuat pada perhitungan sebelumnya.

Tabel 4. Simulasi Monte Carlo

Bulan	Data Aktual	Angka Acak	Hasil Simulasi	Akurasi
November	667	51	580	87%
Desember	406	13	406	100%
Januari	696	59	624	90%
Februari	435	45	319	73%
Maret	319	88	290	91%
April	580	62	624	92%
Mei	624	57	580	93%
Juni	363	37	319	88%
Juli	290	56	580	0%
Agustus	551	33	435	79%
September	290	40	319	90%
Rata-rata Akurasi				81%

4.1.6 Akurasi

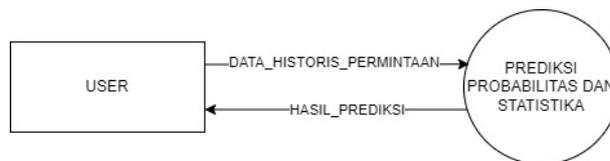
Menggunakan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dengan nilai $a = 4$, $b = 7$, $m = 99$, dan $X_0 = 11$.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\% = \left| \frac{603 - 580}{603} \right| \times 100\% = 4\%$$

Nilai rata-rata MAPE yang dihasilkan dari perhitungan di atas adalah 9%, dan menghasilkan nilai rata-rata akurasi sebesar 91%, maka akurasi dari sistem prediksi dinilai sebagai prediksi yang ‘Sangat Baik’.

4.2 Perancangan Sistem Prediksi

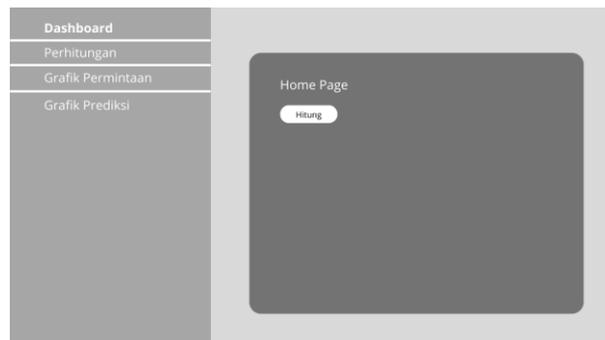
4.2.1 Data Flow Diagram (DFD)



Gambar. 1. Data Flow Diagram (Sistem Prediksi Permintaan Telur)

4.2.2 Rancangan Antarmuka (Low-Fidelity)

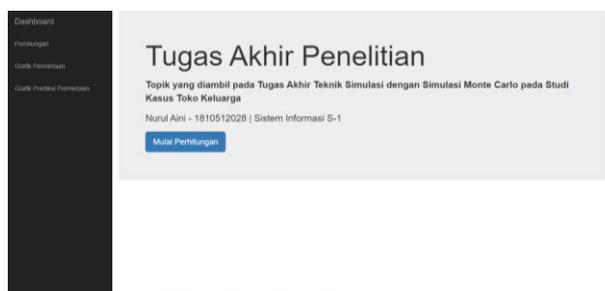
Dalam tahap perancangan antarmuka (*low-fidelity*), perancangan sistem dibuat dengan tampilan yang fleksibel serta menarik, sehingga dapat dimengerti oleh pengguna sistem. Elemen yang digunakan dalam perancangan antarmuka antara lain adalah tombol, tabel, dan teks. Rancangan antarmuka ini digunakan untuk mempermudah penulis dalam merancang sistem prediksi.



Gambar. 2. Rancangan Antarmuka Sistem Prediksi (Halaman Beranda)

4.3 Implementasi

Dalam melakukan implementasi dari desain antarmuka, penulis menggunakan *template* dengan menggunakan *CSS*, *Javascript*, dan *Bootstrap 4* untuk membuat tampilan *website* lebih menarik dan efisien.



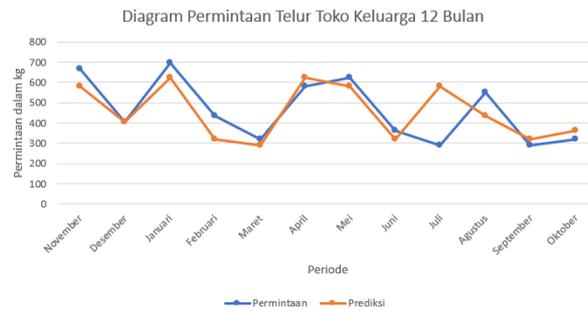
Gambar. 3. Halaman Beranda Sistem Prediksi

4.4 Pengujian Sistem Prediksi

Tabel 5. Simulasi Monte Carlo

Modul	Input	Proses	Output	Status
Halaman Beranda	Mengakses halaman URL melalui <i>localhost</i>	Menuju pada halaman beranda	Menampilkan halaman beranda dari sistem prediksi	Berhasil
	Klik tombol hitung	Mengalihkan dari halaman beranda menuju halaman perhitungan	Menampilkan halaman dari form inputan data permintaan	Berhasil
Halaman Hasil Prediksi	Klik tombol Ok	Menghitung jumlah inputan data yang dimasukkan	Menampilkan form perhitungan dan jumlah label yang sesuai dengan data yang dibutuhkan	Berhasil
	Klik tombol hitung	Melakukan perhitungan dengan menggunakan metode Monte Carlo	Mengalihkan dari halaman perhitungan sebelumnya pada halaman hasil perhitungan yang selanjutnya	Berhasil
	Klik tombol hitung	Melakukan perhitungan pembangkit angka acak dengan menggunakan metode LCG	Menampilkan hasil perhitungan secara keseluruhan serta hasil dari prediksi permintaan pada halaman akhir perhitungan	Berhasil
	Klik tombol simpan	Melakukan penyimpanan data ke dalam <i>database</i>	Mengalihkan ke halaman beranda	Berhasil
Halaman Grafik Permintaan	Mengakses halaman melalui sub-menu Grafik Permintaan	Menuju pada halaman Grafik Permintaan	Menampilkan hasil dari data yang tersimpan dalam bentuk diagram garis	Berhasil
	Klik tombol pencarian tahun melalui kolom <i>date</i>	Mengambil data pada <i>database</i> sesuai dengan waktu yang dimasukan	Menampilkan hasil data dari <i>database</i> yang tersimpan	Berhasil
Halaman Grafik Prediksi	Mengakses halaman melalui sub-menu Grafik Prediksi	Menuju pada halaman Grafik Prediksi	Menampilkan hasil dari data yang tersimpan dalam bentuk diagram garis	Berhasil
	Klik tombol pencarian tahun melalui kolom <i>date</i>	Mengambil data pada <i>database</i> sesuai dengan waktu yang dimasukan	Menampilkan hasil data dari <i>database</i> yang tersimpan	Berhasil

4.5 Hasil Prediksi



Gambar. 4. Hasil Prediksi Permintaan Telur Selama 12 Bulan

Berdasarkan hasil perhitungan prediksi dengan menggunakan metode Monte Carlo, maka didapatkan hasil prediksi selama 12 bulan dalam status permintaan yang akan menurun dengan selisih permintaan sebesar 101 kg. Untuk menghindari kerugian, menurut Ratna Darmadi dalam ‘Penawaran, Permintaan dan Penentuan Harga Pasar’, hukum permintaan menyatakan bahwa semakin rendah harga jual barang, maka semakin tinggi tingkat permintaan barang tersebut dari konsumen. Dengan begitu, penjual di Toko Keluarga dapat menurunkan harga pasar telur untuk meningkatkan permintaan telur. Selain untuk menghindari kerugian, Toko Keluarga juga dapat memanfaatkan peluang kemungkinan yang akan terjadi dengan meningkatkan permintaan telur.

5 Kesimpulan

Simulasi Monte Carlo dapat diterapkan ke dalam metode analitik prediktif dengan menggunakan perhitungan statistika dan probabilitas. Akurasi yang dihasilkan oleh Sistem Prediksi Permintaan adalah sebesar 91%, sehingga informasi berupa prediksi tersebut masuk ke dalam kategori prediksi ‘Sangat Baik’, dan dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam melakukan penyediaan barang persediaan.

Referensi

- [1] Mahardhika, A. D., & Susanto, N. 2017. Peramalan Perencanaan Produksi Terak Dengan Metode Exponential Smoothing with Trend Pada PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. *Industrial Engineering Online Journal*, 6(1).
- [2] Marlina, Reny Rian. 2019. *MODUL 4 PROBABILITAS DAN STATISTIKA*. Sumedang.
- [3] Setyowati, Erni. 2014. *Prediksi Kenyamanan Termal dengan PMV di SMK 1 Wonosobo*.
- [4] Sudaryani, Titik. 2006. *Kualitas telur*. Jakarta : Penebar Swadaya.