

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan dalam penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Perusahaan yang bergerak di bidang industri, baik perusahaan kecil, menengah, maupun besar, tentunya memiliki persediaan bahan baku. Persediaan bahan baku adalah barang-barang di bawah kendali perusahaan yang akan digunakan dalam memproduksi produk yang akan ditawarkan kepada konsumen (Faluthi & Darmawan, 2022). Keberlangsungan proses produksi sangat bergantung pada pengendalian persediaan yang efektif. Keterbatasan persediaan dapat menghambat produktivitas, sedangkan kelebihan persediaan mengakibatkan biaya penyimpanan tinggi dan risiko depresiasi nilai. Oleh karena itu, pengendalian persediaan yang optimal sangat diperlukan untuk meminimalkan biaya sekaligus memastikan pemenuhan permintaan tepat waktu.

Agar tujuan pengendalian persediaan tersebut dapat tercapai, faktor paling krusial yang harus dimiliki perusahaan adalah peramalan permintaan yang akurat. Peramalan permintaan adalah proses memprediksi kuantitas permintaan untuk suatu produk dengan menggunakan data historis serta faktor eksternal lainnya. Akurasi dalam peramalan ini menjadi kunci utama untuk menghindari situasi ekstrem berupa penumpukan stok (*overstock*) atau kekosongan stok (*stockout*) (Tadayonrad & Ndiaye, 2023).

Urgensi peramalan permintaan yang akurat semakin dirasakan oleh PT XYZ, perusahaan yang bergerak dalam pengolahan dan ekspor produk rempah kulit manis dengan dua jenis produk utama, yaitu *cassia stick* dan *cassia broken*. Saat

ini, PT XYZ bergantung pada rencana permintaan dari mitra bisnisnya untuk menentukan jadwal pemesanan bahan baku.

Kendala utama dalam perencanaan ini adalah data peramalan yang diterima dari mitra bisnis bersifat akumulasi tahunan (*annual forecast*). Format tersebut hanya menyajikan total kebutuhan dalam satu tahun tanpa rincian distribusi permintaan pada setiap bulan. Berdasarkan ramalan tahunan tersebut, perusahaan mulai menyusun rencana pengadaan dan mencicil pemesanan bahan baku dengan mempertimbangkan waktu tunggu (*lead time*) selama tiga bulan. Data ramalan yang diterima oleh PT XYZ untuk produk *broken* dapat dilihat pada **Tabel 1.1** dan **Tabel 1.2**, sementara data untuk produk *stick* dapat dilihat pada **Lampiran A.1**.

Tabel 1.1 Data Ramalan Tahunan Produk *Broken* Mitra PT XYZ

Tahun	Grade VO	Prediksi (kg)
2021	3.5	25.025
	3.1-3.6	0
	2.6-3.1	0
	2.1-2.6	1.151.150
	1.7-2.2	975.975
	1.0-1.5	50.050
2022	3.5	125.125
	3.1-3.6	50.050
	2.6-3.1	225.225
	2.1-2.6	575.575
	1.7-2.2 (usa)	650.650
	1.7-2.2 (fra)	50.000
	1.0-1.5 (usa)	0
	1.0-1.5 (fra)	75.000
2023	3.5	100.100
	3.1-3.6	75.075
	2.6-3.1	100.100
	2.1-2.6	925.925
	1.7-2.2	500.500
	1.0-1.5	100.100

Sumber: Data Peramalan dan Realisasi Ekspor PT XYZ (2021-2024), diolah oleh peneliti

Tabel 1.2 Data Ramalan Tahunan Produk *Broken* Mitra PT XYZ (Lanjutan)

Tahun	VO	Prediksi (kg)
2024	3.5	50.050
	3.1-3.6	50.050
	2.6-3.1	125.125
	2.1-2.6	825.825
	1.7-2.2	575.575
	1.0-1.5	350.350

Selain hanya menyajikan permintaan dalam bentuk akumulasi tahunan, sistem peramalan yang digunakan oleh mitra juga menunjukkan tingkat akurasi yang rendah. Tingkat akurasi tersebut dievaluasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yang mengukur perbedaan antara prediksi tahunan dan realisasi aktual dalam bentuk persentase. Metrik ini dipilih karena mampu membandingkan akurasi antarproduk dengan skala penjualan yang berbeda secara lebih objektif, mengingat volume penjualan produk *broken* mencapai ratusan ribu kilogram per *grade*, sedangkan produk *stick* hanya berkisar puluhan ribu kilogram.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem peramalan mitra masih menghasilkan tingkat kesalahan yang tinggi. Besaran nilai MAPE untuk setiap *grade* produk *broken* disajikan pada **Tabel 1.3** dan **Tabel 1.4**, sedangkan nilai MAPE untuk produk *stick* dapat dilihat pada **Lampiran A.2**.

Tabel 1.3 Nilai MAPE Produk *Broken* per *Grade* Tahun 2021-2024

Tahun	Grade VO	Prediksi (Kg)	Aktual (Kg)	APE (%)
2021	3,5	25.025	75.075	66,67%
	3.1-3.6	0	150.150	100,00%
	2.6-3.1	0	175.175	100,00%
	2.1-2.6	1.151.150	1.626.625	29,23%
	1.7-2.2	975.975	1.022.875	4,59%
	1.0-1.5	50.050	369.600	86,46%
2022	3,5	125.125	125.125	0,00%
	3.1-3.6	50.050	75.075	33,33%
	2.6-3.1	225.225	200.200	12,50%
	2.1-2.6	575.575	1.526.525	62,30%
	1.7-2.2	700.650	1.048.900	33,20%
	1.0-1.5	75.000	250.075	70,01%

Tabel 1.4 Nilai MAPE Produk *Broken* per *Grade* Tahun 2021-2024 (Lanjutan)

Tahun	Grade VO	Prediksi (Kg)	Aktual (Kg)	APE (%)
2023	3,5	100.100	50.050	100,00%
	3.1-3.6	75.075	50.050	50,00%
	2.6-3.1	100.100	125.125	20,00%
	2.1-2.6	925.925	825.825	12,12%
	1.7-2.2	500.500	474.850	5,40%
	1.0-1.5	100.100	550.300	81,81%
2024	3,5	50.050	75.075	33,33%
	3.1-3.6	50.050	25.025	100,00%
	2.6-3.1	125.125	75.075	66,67%
	2.1-2.6	825.825	1.001.000	17,50%
	1.7-2.2	575.575	700.550	17,84%
	1.0-1.5	350.350	525.300	33,30%
MAPE				47,34%

Sumber: Data Peramalan dan Realisasi Ekspor PT XYZ (2021-2024), diolah oleh peneliti

Tingkat kesalahan dihitung dengan membandingkan data peramalan tahunan dari mitra terhadap data realisasi ekspor sebagai nilai aktual, yang datanya dapat dilihat pada **Lampiran A**. Rata-rata nilai MAPE untuk produk *cassia broken* mencapai 47,34%, sedangkan *cassia stick* sebesar 42,19%. Berdasarkan kategori Lewis, nilai tersebut masih berada pada kategori cukup baik. Namun, pada konteks PT XYZ yang memiliki *lead time* tiga bulan, kapasitas gudang terbatas, serta volume transaksi yang sangat besar, tingkat kesalahan tersebut tetap berpotensi menimbulkan dampak operasional yang signifikan. Dampak tersebut tercermin dari karakteristik kesalahan peramalan pada masing-masing jenis produk.

Kesalahan peramalan pada produk *broken* didominasi oleh kondisi *under-forecasting* yang berisiko menyebabkan *stockout*. Sebagai contoh, pada *Grade* 2.1–2.6 tahun 2022, mitra hanya memprediksi kebutuhan sebesar 575.575 kg, sementara realisasi aktual mencapai 1.526.525 kg, sehingga terjadi selisih hampir satu juta kilogram dibandingkan kebutuhan aktual. Sebaliknya, pada produk *stick*, permasalahan utama berasal dari *over-forecasting* yang memicu penumpukan persediaan dan pemborosan kapasitas gudang (*overcapacity*). Kondisi ini terlihat pada *Grade* Regular 4.00” tahun 2022 dengan nilai MAPE sebesar 265,71%, di

mana volume peramalan mencapai 3,6 kali lipat dari realisasi aktual sehingga menyebabkan kelebihan stok sebesar 18.600 kg.

Sistem peramalan dari mitra yang masih berbentuk akumulasi tahunan menyebabkan kesalahan absolut 100% memberikan dampak volume yang sangat besar. Sebagai contoh, pada *Grade* 3.1-3.6 tahun 2021, mitra sama sekali tidak memprediksi adanya permintaan sepanjang tahun, padahal realisasi aktual mencapai ratusan ribu kilogram. Sebaliknya, pada *Grade* VA 10 cm tahun 2024, sistem justru memprediksi adanya pesanan selama satu tahun penuh meskipun tidak terdapat realisasi aktual (*false alarm*). Berdasarkan skala Lewis, tingkat kesalahan ekstrem di atas 50% termasuk kategori tidak akurat (Mariani & Rosyida, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ketergantungan pada estimasi tahunan yang meleset secara signifikan dapat menghambat perencanaan pengadaan bahan baku, karena perusahaan tidak memiliki visibilitas terhadap fluktuasi permintaan pada periode-periode tertentu.

Permasalahan ini menjadi semakin krusial karena PT XYZ memiliki keterbatasan kapasitas gudang dan prosedur penerimaan material yang ketat. Kapasitas penyimpanan bahan baku dibatasi sebesar 1.800 ton untuk *broken* dan 1.100 ton untuk *stick*. Ketidakakuratan peramalan yang menyebabkan *over-ordering* dapat menghambat aliran material masuk sekaligus mengganggu penerapan sistem *First In First Out* (FIFO). Di sisi lain, bahan baku harus dipesan minimal tiga bulan sebelum jadwal produksi (*lead time*) karena proses pengiriman dengan volume ratusan ton harus ditarik mundur jauh hari agar dapat dikirim secara bertahap dalam satuan lot, sehingga meminimalisasi risiko kemacetan (*bottleneck*) di area penerimaan.

Keterbatasan informasi permintaan pada tingkat bulanan juga menjadi tantangan dalam proses pengadaan bahan baku. Meskipun PT XYZ telah menggunakan *annual forecast* sebagai dasar untuk mulai mencicil pemesanan, informasi tersebut hanya menunjukkan total kebutuhan selama satu tahun sehingga belum menggambarkan distribusi permintaan pada setiap bulan. Kondisi tersebut

menyebabkan pihak *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) masih menghadapi ketidakpastian dalam menyusun jadwal dan kuantitas pemesanan bahan baku, terutama karena keputusan pengadaan harus dilakukan jauh sebelum produksi dimulai.

Selain itu, proses penerimaan material sangat dipengaruhi oleh tingkat *Moisture Content* (MC). Pada produk *broken*, bahan baku dengan MC 24–30% harus melalui proses penjemuran di *greenhouse* hingga kadar air turun menjadi 18% sebelum dapat disimpan, dan akan ditolak jika di atas 30%. Sementara itu, pada produk *stick*, bahan baku dengan MC di atas 20% akan langsung dikembalikan kepada pemasok. Karena kondisi MC baru diketahui saat material tiba dan waktu penanganannya dapat berbeda-beda, perusahaan memerlukan sistem penjadwalan dan peramalan yang lebih presisi dibandingkan sekadar estimasi tahunan.

Untuk mengatasi tantangan operasional dan data yang sedemikian rupa, pendekatan statistik tradisional (seperti ARIMA atau *exponential smoothing*) seringkali menunjukkan keterbatasan. Metode konvensional umumnya dirancang berdasarkan asumsi bahwa pola data historis akan terulang secara stabil di masa depan, sehingga kurang adaptif terhadap lonjakan permintaan yang sporadis maupun fluktuasi variabel eksternal (Amosu et al., 2024). Keterbatasan ini dikonfirmasi oleh studi Prasetyo et al. (2024) dan M. R. Muhaimin & Pamuji (2024) yang menemukan bahwa model statistik tradisional rentan mengalami *overfitting* saat dihadapkan pada data ber-*noise* tinggi, sedangkan algoritma *machine learning* terbukti lebih tangguh, akurat, dan sanggup memproses struktur data yang kompleks.

Oleh karena itu, pendekatan *machine learning* dinilai lebih relevan untuk meningkatkan akurasi peramalan permintaan sebagai dasar penyusunan keputusan pengadaan bahan baku di PT XYZ. Beberapa pertimbangan yang mendasarinya yaitu pertama, pola permintaan perusahaan sangat fluktuatif dan didominasi oleh periode tanpa pesanan (*zero demand*). Kedua, PT XYZ mengelola 18 *grade* produk dengan karakteristik yang berbeda, sehingga diperlukan model yang mampu

menangkap hubungan yang kompleks antarvariabel dan karakteristik produk secara lebih adaptif. Ketiga, dinamika pasar ekspor sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor eksogen. Integrasi variabel eksogen, seperti nilai tukar mata uang dan tren minat konsumen, jauh lebih mudah diakomodasi oleh algoritma *machine learning* untuk meningkatkan akurasi proyeksi masa depan (Mariani & Rosyida, 2023).

Meskipun demikian, peningkatan akurasi peramalan saja belum cukup untuk mendukung pengambilan keputusan pengadaan secara optimal. Permasalahan PT XYZ tidak hanya terletak pada upaya meningkatkan akurasi peramalan permintaan, tetapi juga pada belum tersedianya sistem yang mampu mengintegrasikan hasil peramalan tersebut menjadi rekomendasi keputusan pengadaan bahan baku. Oleh karena itu, hasil peramalan permintaan perlu diintegrasikan dengan pengendalian persediaan agar dapat menghasilkan rekomendasi waktu dan jumlah pemesanan yang mempertimbangkan kondisi operasional perusahaan, seperti *lead time* pengadaan, kapasitas gudang, dan ketentuan lot pemesanan dari pemasok.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pendukung pengadaan bahan baku yang mengintegrasikan peramalan permintaan berbasis *machine learning* dengan pengendalian persediaan. Hasil peramalan dimanfaatkan sebagai dasar dalam menghasilkan rekomendasi waktu dan jumlah pemesanan bahan baku dengan mempertimbangkan *lead time* pengadaan, kapasitas gudang, serta ketentuan lot pemesanan dari pemasok. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mendukung pengambilan keputusan pengadaan bahan baku secara lebih tepat, efisien, dan terintegrasi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, maka ditentukan rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang model peramalan berbasis *machine learning* untuk meningkatkan akurasi peramalan permintaan produk *cassia* di PT XYZ?
2. Bagaimana mengembangkan sistem pendukung pengadaan bahan baku yang mengintegrasikan hasil peramalan dengan pengendalian persediaan untuk menghasilkan rekomendasi jadwal dan kuantitas pemesanan sesuai batasan operasional PT XYZ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Merancang model peramalan berbasis *machine learning* untuk meningkatkan akurasi peramalan permintaan produk *cassia* di PT XYZ.
2. Mengembangkan sistem pendukung pengadaan bahan baku yang mengintegrasikan hasil peramalan dengan pengendalian persediaan untuk menghasilkan rekomendasi jadwal dan kuantitas pemesanan sesuai batasan operasional PT XYZ.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik secara praktis bagi perusahaan maupun secara teoretis bagi pengembangan keilmuan, yang dijabarkan sebagai berikut.

1. Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini dijabarkan sebagai berikut.

- a. Memberikan usulan model peramalan permintaan yang lebih akurat untuk mengurangi risiko kekurangan stok (*stockout*) dan penumpukan stok (*overcapacity*).

- b. Memberikan alat bantu berupa prototipe *dashboard* interaktif yang terintegrasi dengan metode *Periodic Review* (R,S) untuk mempermudah Departemen PPIC dalam menentukan jadwal dan kuantitas pemesanan bahan baku secara sistematis dan berbasis data (*data-driven*).

2. Manfaat Teoretis

Manfaat teoretis dari penelitian ini dijabarkan sebagai berikut.

- a. Memperkaya kajian literatur terkait integrasi algoritma *machine learning*, khususnya model *Hybrid* (Klasifikasi-Regresi), dalam menangani data permintaan yang bersifat sporadis (*zero demand*) pada industri manufaktur pengolahan rempah.
- b. Memberikan referensi mengenai penggabungan peramalan berbasis *machine learning* multivariabel (data historis dan variabel eksogen) dengan kebijakan pengendalian persediaan probabilistik.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar penelitian ini tetap fokus dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka ruang lingkup penelitian dibatasi sebagai berikut.

1. Data yang digunakan meliputi data historis realisasi ekspor PT XYZ periode 2021–2024. Proses peramalan dilakukan menggunakan *forecasting horizon* bulanan (*monthly*).
2. Ruang lingkup prediksi difokuskan pada dua kategori produk utama, yaitu bahan baku *cassia broken* dan *cassia stick*, mencakup seluruh *grade* spesifikasi dan negara tujuan ekspor operasional perusahaan.
3. Penelitian tidak mencakup perancangan ulang jadwal produksi harian, tata letak gudang, maupun distribusi produk jadi.
4. Aplikasi yang dikembangkan berupa prototipe *dashboard* berbasis web, yang dirancang secara spesifik sebagai alat bantu simulasi dan visualisasi perhitungan kuantitas pemesanan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori yang berkaitan dengan topik manajemen persediaan, peramalan, dan *machine learning* yang berfungsi sebagai landasan teori untuk mendukung penelitian dan penyusunan laporan ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai metodologi yang digunakan dalam penelitian, yang mencakup studi pendahuluan, studi literatur, identifikasi masalah, perumusan masalah, pemilihan metode, pengumpulan data, pengembangan sistem, analisis, dan kesimpulan.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PENGEMBANGAN SISTEM

Bab ini akan membahas mengenai proses pengolahan data, pengembangan model peramalan dan implementasinya dalam penentuan kebijakan persediaan bahan baku di PT XYZ

BAB V ANALISIS

Bab ini berisi analisis pola permintaan produk, evaluasi performa model peramalan, serta implikasi hasil peramalan tersebut terhadap kebijakan manajemen persediaan bahan baku di PT XYZ.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang dirumuskan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat dijadikan sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya.

