

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang disusun digunakan untuk mendapatkan informasi bagaimana penelitian-penelitian terdahulu dapat diselesaikan, terkait dengan permasalahan belum adanya metode perhitungan yang tepat dalam menentukan banyaknya persediaan ayam yang akan dijual untuk mengurangi terjadinya kelebihan dan kekurangan persediaan ayam dan penghematan biaya yang dikeluarkan. Melalui tinjauan pustaka ini, maka dapat diketahui metode-metode dan solusi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Tinjauan pustaka dilakukan dengan melakukan pencarian pada *database Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan untuk pencarian pustaka adalah kelebihan dan kekurangan persediaan, kekurangan dan kelebihan persediaan bahan baku harian, dan fluktuasi permintaan harian. Berdasarkan pencarian pustaka yang dilakukan, didapatkan beberapa hal yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang dialami. Berikut merupakan penjelasan yang mendukung penyelesaian permasalahan yang dialami oleh perusahaan.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian Ismaya dan Suseno (2022) seringkali mengalami permasalahan yaitu terjadinya kekurangan dan kelebihan bahan baku terutama pada bahan baku ubi jalar. Akibat yang ditimbulkan dari kekurangan bahan baku adalah terganggunya proses produksi, sedangkan untuk permasalahan kelebihan bahan baku adalah bahan baku menjadi busuk dan tidak bisa untuk digunakan lagi. Metode yang digunakan untuk permasalahan tersebut adalah metode EOQ. Metode EOQ digunakan untuk menghitung kuantitas pembelian bahan baku, frekuensi pembelian, serta total biaya yang dikeluarkan. Kemudian Widiyanto (2021) juga mengalami permasalahan yang sama yaitu terjadinya kekurangan persediaan pakan pada bulan Maret, September, dan Oktober tahun 2018. Selain masalah kekurangan, juga terjadi masalah kelebihan yaitu penambahan biaya penyimpanan dan penurunan kualitas pakan karena pakan hanya boleh disimpan di ruangan penyimpanan tidak boleh lebih dari 10 hari. Metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah ini adalah metode *min-max* dengan menghitung beberapa aspek diantaranya jumlah kebutuhan, rata-rata pemakaian, jumlah pembelian optimal, kebutuhan selama *lead time*, *safety stock*, frekuensi

pemesanan, dan *maximum stock*. Supardi dan Pahlevi (2021) pada penelitiannya juga mengalami masalah yang sama sering mengalami kelebihan dan kekurangan stok pada setiap periode pemesanannya. Tahun 2019 perusahaan tersebut menghasilkan sisa 3 *packs* dan *expired* sebanyak 9 *packs*. Perusahaan mengalami kerugian sebanyak 9 *packs* yang persatuan *packs* berisi cairan sebanyak 500 ml. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah *adaptive response rate single exponential smoothing*. Selain metode peramalan yang digunakan juga dilakukan perhitungan *safety stock* serta *re-order point*. Enru dkk (2020) mengalami permasalahan yang sama seperti penjelasan sebelumnya. Permasalahan yang terjadi adalah sering mengalami kekurangan sehingga mengganggu operasional dan kelebihan stok yang mengakibatkan ayam harus tinggal dalam kandang, menambah pengeluaran pakan, dan pengurangi berat ayam akibat penyusutan. Korelasi dari ketiga penelitian tersebut adalah terjadinya permasalahan kelebihan dan kekurangan yang mengakibatkan bahan baku tidak dapat digunakan kembali.

Aryanny dan Jati (2021) melakukan penghematan biaya dengan menggunakan metode *continuous review system backorder* dan *lost sales* dengan membandingkan hasil perhitungan metode tersebut dengan metode perusahaan yang sudah dijalankan dengan memperhatikan efisiensi pemesanan, jumlah pemesanan perbulan yang dilakukan, dan total biaya persediaan bahan baku. Fazri dkk (2022) dalam penelitiannya memiliki tujuan untuk menentukan penghematan yang optimum dengan cara membuat pola permintaan agar mengetahui persediaan yang dimiliki menggunakan metode Q lalu membandingkan total biaya bahan baku biskuit yang dikeluarkan dengan model *Q-back order* dan *Q-lost sales*. Korelasi dari kedua penelitian tersebut adalah tujuan yang ingin dicapai yaitu sama-sama ingin melakukan penghematan biaya dalam menentukan persediaan.

Purba dan Bakhtiar (2022) ketika melakukan pengendalian penggunaan bahan baku mengalami kesulitan karena permintaan yang terus meningkat dan tidak menentu sehingga kejadian *overstock* dan *stockout* sering terjadi. Maka dari itu dilakukan perencanaan dalam pemesanan gula pasir dengan cara melakukan peramalan terhadap kebutuhan gula pasir yang digunakan di masa yang akan datang ditambah dengan persediaan pengaman jika terjadi peningkatan permintaan menggunakan metode *time series* yaitu *double moving average 3 periode*, *double moving average 5 periode*, *double exponential smoothing*, dan *holt*

winter multiplikatif serta membandingkan metode mana yang memiliki nilai MAPE terkecil dan menambah *safety stock* dengan cara menentukan *service level* yang sesuai dengan permintaan. Metode terpilih yang digunakan adalah *holt winter* multiplikatif yang memiliki nilai *error* terkecil dibandingkan dengan keempat metode lainnya. Saleem (2022) dalam penelitiannya menginginkan tindakan yang cepat dalam menentukan keputusan terhadap pengadaan bahan yang dimiliki oleh toko tersebut. Langkah yang dilakukan yaitu melakukan peramalan penjualan dengan mencari akurasi yang paling tinggi untuk membuat keputusan yang lebih baik supaya dapat meningkatkan kinerja operasional dan profitabilitas dengan perbaikan terhadap pengurangan penjualan yang hilang, pengurangan tingkat persediaan, dan biaya tenaga kerja. Metode yang digunakan dalam peramalan ini ada berbagai macam diantaranya adalah ARIMA, *Facebook Prophet (Fb Prophet)*, *Exponential Smoothing*, dan *Basile*. Melalui keempat metode tersebut, dicari metode terbaik yang dipilih adalah metode *Fb Prophet* karena memiliki nilai *error* terkecil dan tingkat keakurasian yang tinggi. Nugroho (2022) dalam penelitiannya, sebelum menerapkan peramalan masih dilakukan dengan perkiraan dalam menentukan pembelian kedepannya. Akibat yang ditimbulkan adalah terjadi ketidaksesuaian antara komponen yang dibeli dengan kebutuhan, sehingga terjadi kesalahan ketika akan digunakan dalam proses perawatan karena akan menghambat proses produksi. Oleh sebab itu dilakukan peramalan untuk menentukan tingkat kesalahan terkecil dan memperhitungkan *safety stock* untuk mencegah adanya ketidakpastian komponen. Beberapa metode yang digunakan diantaranya adalah *moving average*, *weighted moving average*, *exponential smoothing*, serta *linier trend line*. Beberapa metode tersebut memiliki keunggulan masing-masing sesuai dengan kriteria komponen yang ada. Metode *linier trend line* memiliki 14 komponen yang sesuai dengan nilai *error* terkecil, *moving average* memiliki 2 komponen yang memiliki nilai *error* terkecil. Metode *exponential smoothing* memiliki 3 komponen yang sesuai dengan nilai *error* terkecil. Metode *weighted moving average* memiliki 1 komponen *error* terkecil yang sesuai. Metode tersebut kemudian dirata-rata dan didapatkan bahwa nilai *error* terkecil terjadi pada metode *linier trend line*. Setelah metode didapatkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *safety stock* yang sesuai. Korelasi dari beberapa penelitian tersebut adalah adanya kesamaan dalam menentukan metode peramalan yang digunakan, yaitu dengan cara menentukan *error* paling kecil dari masing-masing metode.

Kwok dan Susanti (2019) dalam penelitiannya membuat aplikasi sistem peramalan untuk menentukan jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk produksi tahu. Alasan yang mendasari pembangunan aplikasi tersebut karena perusahaan tidak dapat memprediksi berapa jumlah kedelai yang dibutuhkan, hal ini disebabkan tidak ada pencatatan terdokumentasi dengan baik dan pencatatan hanya dilakukan pada buku sehingga jumlah transaksi penjualan dan produksi tidak dapat dianalisa sebagai evaluasi, hal tersebut menyebabkan terjadinya kelebihan dan kekurangan. Melalui pengembangan aplikasi maka kegiatan pencatatan dapat dilakukan dengan cepat dan mudah untuk diolah sebagai laporan penjualan. Aplikasi sistem peramalan yang dibuat menggunakan metode regresi linier untuk melakukan peramalan pada periode selanjutnya. Yuni dkk (2020) juga membuat aplikasi proyeksi untuk melakukan pengadaan bahan menggunakan pendekatan metode *moving average*. Aplikasi yang dibuat berbasis *website* yang nantinya digunakan untuk memperkirakan jumlah pembelian bahan baku berdasarkan histori data sebelumnya. Sebelumnya fluktuasi jumlah pesanan sangat bervariasi, namun perusahaan tidak pernah memperhatikan keadaan tersebut, sehingga pembelian dilakukan dengan jumlah yang sama. Akibat yang ditimbulkan adalah pengadaan bahan baku tidak sesuai dengan kebutuhan. Setelah dilakukan implementasi aplikasi tersebut, maka dapat ditunjukkan keadaan penjualan dan pesanan, pengadaan bahan, serta kebutuhan bahan. Suhendra dkk (2021) membuat sistem peramalan persediaan *sparepart* menggunakan metode *weighted moving average*. Alasan pembuatan sistem peramalan persediaan adalah karena perusahaan tersebut kesulitan dalam menentukan persediaan *sparepart* untuk melakukan pengadaan kembali, karena masih terdata secara manual. Sebelumnya perusahaan tersebut melakukan pengontrolan menggunakan *software microsoft excel*, sehingga sering mengalami penumpukan dan kehabisan persediaan. Selain dilakukan prediksi untuk pengadaan barang, juga dilakukan *re-order point* sebagai titik untuk menentukan pemesanan kembali ketika berada pada status *safety stock*. Korelasi dari ketiga penelitian tersebut yaitu pengembangan dalam peramalan pengadaan bahan dengan bantuan pengembangan teknologi terkomputerisasi baik melalui aplikasi maupun *website*.

Juliantara dan Mandala (2020) pada penelitiannya melakukan peramalan terhadap permintaan untuk meminimalisir terjadinya kelebihan persediaan pada permintaan yang rendah dan kekurangan pada permintaan yang tinggi. Tujuan yang ingin dicapai adalah penggunaan jumlah produksi dan biaya minimal yang dikeluarkan

terhadap pengadaan yang telah dijalankan. Biaya tersebut dihitung berdasarkan perencanaan agregat menggunakan *chase strategy* dan *level strategy* sehingga nantinya didapatkan penentuan jumlah, waktu produksi, dan biaya produksi. Kemudian akan diketahui perkiraan jumlah produk yang harus diproduksi untuk satu tahun kedepan dengan memperhatikan kapasitas perusahaan yang optimal. Nugraha (2022) dalam penelitiannya belum memperhatikan pentingnya perencanaan jumlah produksi plastik dalam satu kali produksi karena belum ada kepastian mengenai jumlah serta waktu dilakukan pemesanan dan penjualan terhadap produk plastik. Hal tersebut menyebabkan kelebihan dan kekurangan persediaan. Melalui permasalahan tersebut, maka dilakukan peramalan produksi dan perencanaan agregat untuk mengatur rencana proses produksi, sehingga dapat memenuhi permintaan tepat waktu dan jumlah dengan biaya yang seminimal mungkin. Korelasi dari kedua penelitian tersebut yaitu sama-sama memperhatikan penentuan peramalan penjualan dengan memperhatikan agregat *planning* yang akan dijalankan.

Prakoso dkk (2023) melakukan penelitian menggunakan metode *Fb Prophet* untuk melakukan peramalan terkait dengan banyaknya penumpang yang tidak menentu karena masa pandemi dan pemberhentian operasi perum Damri sehingga aparat yang bertugas yaitu Badan Layanan Umum Daerah memiliki tanggung jawab untuk memberikan layanan yang efektif dan efisien. Krisdianto dkk (2022) juga melakukan peramalan menggunakan metode *Fb Prophet* karena selama 2 tahun terakhir mengalami penurunan produksi padi. Hal tersebut mempengaruhi kesejahteraan masyarakat di Provinsi Sulawesi sehingga diperlukan peramalan dengan tingkat keakurasian yang tinggi. Auliya dkk (2023) melakukan penelitian pada objek wisata Gumul *Paradise Island* menggunakan metode *Fb Prophet* untuk melakukan prediksi mengenai fluktuasi pengunjung yang sempat berkurang ketika masa pandemi, dan naik kembali ketika masa pandemi berakhir. Namun peningkatan tersebut tidak bertahan lama, pengunjung kemudian mengalami penurunan kembali, sehingga perlu dilakukan penentuan atau prediksi pengunjung dengan tingkat keakurasian yang tinggi. Korelasi dari ketiga penelitian tersebut yaitu sama-sama menggunakan metode *Fb Prophet* untuk melakukan peramalan dengan tingkat akurasi yang baik.

Perbedaan yang didapatkan pada penelitian-penelitian yang telah dicari dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Tinjauan Pustaka Penelitian Terdahulu

Peneliti	Permasalahan	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Ismaya dan Suseno, 2022	PT. Galih Estetika bagian departemen sering mengalami kekurangan dan kelebihan pada bahan baku ubi jalar, hal tersebut mengakibatkan permasalahan pada proses produksi ketika mengalami kekurangan dan bahan baku akan cepat busuk dan tidak dapat digunakan ketika terjadi kelebihan.	<i>Economic Orders Quantity (EOQ)</i>	Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode EOQ, kuantitas pembelian ekonomis yang dilakukan yaitu sebesar 38,357 kg dengan frekuensi pembelian sebanyak 10 kali, hal tersebut didapatkan penghematan biaya persediaan sebesar Rp. 19.065.337,00
Supardi dan Pahlevi, 2021	PT MCLS mengalami kekurangan dan kelebihan pada periode pemesanannya, sehingga perlu dilakukan perencanaan serta pengendalian persediaan untuk meminimalisir terjadinya kelebihan serta kekurangan stok pada gudang.	<i>Periodic review dan adaptive response rate single exponential smoothing</i>	Berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu membandingkan metode <i>single exponential smoothing</i> dengan <i>adaptive response rate single exponential smoothing</i> didapatkan bahwa nilai <i>error</i> terkecil didapatkan pada perhitungan <i>adaptive response rate single exponential smoothing</i> dengan nilai pembelian selanjutnya sebesar 24,05 dan diperlukan adanya <i>safety stock</i> dengan <i>service level</i> sebesar 98%.
Aryanny dan Jati, 2021	PT. XYZ memiliki permasalahan dalam pengendalian persediaan karena permintaan yang tidak menentu sehingga ketika persediaan bahan baku berlebih akan meningkatkan biaya persediaan dan kekurangan persediaan mengakibatkan produksi tidak dapat memenuhi pesanan.	<i>Continuous review system</i>	Metode <i>Continuous review system</i> ketika dibandingkan dengan metode yang diterapkan perusahaan sebelumnya memiliki penghematan sebesar 5,2% dengan pemesanan 16.290 setiap pemesanan.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Permasalahan	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Fazri dkk 2022	PT. Siantar Top Tbk mengalami permasalahan karena permintaan yang berfluktuasi sehingga perusahaan tidak mampu untuk memenuhi permintaan dikarenakan kurangnya bahan baku biskuit yang dimiliki.	<i>Q-back order</i> dan <i>Q-lost sales</i>	Hasil yang didapatkan bahwa metode yang paling sesuai dengan masalah yang dialami adalah penggunaan metode <i>Q-lost sales</i> dengan nilai optimal untuk menentukan jumlah pemesanan dan stok pengaman pembelian selanjutnya dengan jumlah pembelian yang sama.
Saleem, 2022	Farmasi Swedish <i>Retailer</i> dengan permintaan yang fluktuatif dalam pengamatan tersebut diharapkan dapat memungkinkan tindakan yang cepat untuk menentukan keputusan secara <i>real time</i> .	SARIMA, <i>Holt-Winter's</i> , <i>Fb Prophet</i> , dan <i>Basile</i>	Hasil dari penelitian menggunakan metode <i>Fb Prophet</i> yaitu dapat melakukan perincian waktu dengan memperhatikan efek liburan. Kelebihan tersebut bisa menangkap pola lonjakan yang lebih baik sehingga metrik kesalahan MAE, MAPE, dan RMSE menghasilkan kesalahan terkecil.
Purba dan Bakhtiar, 2022	PT. Pabrik Es Siantar memiliki permasalahan yaitu karena penggunaan gula yang tidak menentu, mengakibatkan penggunaan gula pasir sulit dikendalikan. Sulitnya pengendalian gula pasir tersebut akan mengakibatkan <i>overstock</i> maupun <i>stockout</i> .	<i>Double moving average</i> , <i>Double exponential smoothing</i> , dan <i>Holt winter multiplicative</i>	Berdasarkan penelitian yang dilakukan, metode <i>time series</i> terpilih adalah <i>Holt winter multiplicative</i> dengan membandingkan MAPE, dengan hasil peramalan sebesar 417.286,5 ton dengan dua pilihan <i>service level</i> yaitu 90% dan 95% sebagai persediaan pengaman dan penentuan pemesanan kembali.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Permasalahan	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Kwok dan Susanti, 2019	Usaha tahu rumahan memiliki masalah yaitu tidak bisa menentukan jumlah prediksi kedelai yang dibutuhkan karena tidak dapat menentukan jumlah tahu yang akan diproduksi. Kemudian alasan yang lain adalah tidak adanya pencatatan yang baik terkait banyaknya tahu yang terjual, sehingga tidak pernah dianalisa dan menyebabkan kelebihan dan kekurangan jumlah produksi.	<i>Linier regresi</i>	Penelitian yang dilakukan menggunakan bantuan aplikasi pencatatan berbasis komputer sehingga membantu pemilik perusahaan untuk melakukan pengolahan data penjualan dan melakukan prediksi jumlah bahan baku yang digunakan untuk produksi tahu.
Auliya dkk, 2023	Gumul <i>Paradise Island</i> memiliki kendala terkait dengan jumlah pengunjung yang tidak menentu. Contohnya ketika terjadi pandemi Covid-19 pengunjung mengalami penurunan, kemudian mengalami peningkatan namun tidak berjalan dengan konstan.	<i>Fb Prophet</i>	Hasil peramalan yang dilakukan dapat diketahui bahwa tingkat akurasi yang dimiliki sangat baik yaitu mencapai 99,387%. Namun tidak menutup kemungkinan bahwa terdapat penurunan akurasi menjadi 90,242% karena terjadi hal yang tidak terduga sehingga memunculkan lonjakan maupun penurunan.
Yuni dkk, 2020	<i>Home industry</i> tidak memperhatikan fluktuasi jumlah pesanan yang masuk, sehingga menyebabkan pengadaan bahan baku dilakukan dengan jumlah yang sama sehingga tidak sesuai dengan kebutuhan.	<i>Moving average</i>	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dibangunlah sebuah aplikasi <i>website</i> menggunakan pendekatan metode <i>moving average</i> untuk melakukan estimasi terkait dengan histori penjualan sebelumnya. Setelah diimplementasikan didapatkan estimasi kebutuhan bahan baku dan evaluasi kebutuhan bahan baku.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Permasalahan	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Juliantara dan Mandala, 2020	UD DWI Putri Klungkung memiliki permintaan yang berfluktuasi, sehingga sering terjadi kelebihan ketika permintaan sedikit dan kekurangan ketika permintaan banyak. Hal tersebut mengakibatkan timbulnya biaya perencanaan yang kurang optimal.	<i>Exponential smoothing</i> dan <i>Moving average</i>	Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan bahwa metode <i>exponential smoothing</i> memiliki nilai <i>error</i> terkecil dengan biaya produksi terendah menggunakan <i>case strategy</i> dengan total Rp. 242.995.500,00.
Widiyanto, 2021	CV. Ikhsanjaya mengalami kekurangan stok pada bulan Maret, September, dan Oktober serta mengalami kelebihan stok pakan pada bulan yang lain sehingga menambah biaya penyimpanan gudang dan menurunkan kualitas pakan karena pakan hanya dapat disimpan tidak lebih dari 10 hari.	<i>Min-max</i>	Penelitian dapat diketahui parameter yang terlibat yaitu menentukan jumlah kebutuhan, rata-rata pembelian, jumlah pembelian optimum, kebutuhan selama <i>lead time</i> , <i>safety stock</i> , pemesanan kembali, frekuensi pemesanan, maksimal stok, dan persediaan akhir.
Enru dkk, 2020	PT. Angga Putra Mandiri sering mengalami kekurangan bahan baku ayam <i>broiler</i> hidup maupun bahan untuk operasionalnya.	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui pembelian optimal dapat dilakukan dengan menggunakan metode EOQ memperhatikan total biaya yang dikeluarkan.
Krisdianto dkk, 2022	Terjadinya penurunan produksi padi di Provinsi Sulawesi Tengah selama 2 tahun terakhir, sehingga perlu dilakukan prediksi untuk menjaga ketersediaan padi sesuai dengan kebutuhan	<i>Fb Prophet</i>	Hasil penelitian didapatkan bahwa peramalan <i>Fb Prophet</i> menemukan penurunan produksi padi di tahun 2023 yang akan datang dengan nilai MAPE sebesar 0,36% dibawah rentang 10% yang menunjukkan tingkat akurasi yang baik.

Tabel 2.1. Lanjutan

Peneliti	Permasalahan	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Nugroho, 2022	Pemesanan komponen kereta api yang dilakukan pada UPT Balai Yasa Yogyakarta masih dilakukan dengan cara perkiraan sehingga komponen yang akan digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan sehingga proses produksi menjadi terhambat.	<i>Moving average, Weighted moving average, exponential smoothing, dan Linier trend line</i>	Hasil penelitian yang didapatkan yaitu sebanyak 14 komponen cocok menggunakan metode <i>linier trend line</i> , 2 komponen cocok menggunakan <i>moving average</i> , 3 komponen cocok dengan metode <i>exponential smoothing</i> dan 1 komponen cocok dengan metode <i>weighted moving average</i> ,
Suhendra dkk, 2021	SM Teknik memiliki kesulitan untuk memprediksi jumlah persediaan untuk pengendalian kembali karena pencatatan masih dilakukan secara manual. Permasalahan lain adalah sering terjadi penumpukan dan kehabisan persediaan.	<i>Weighted moving average</i>	Berdasarkan data yang dimiliki dari bulan Januari sampai Desember 2018, didapatkan hasil peramalan pada Januari 2019 sebanyak 24 dengan titik pemesanan kembali pada angka 5,8 yang dikembangkan menjadi sistem berbasis komputer.
Nugraha, 2022	CV. Ari Jempol belum memperhatikan pentingnya perencanaan, sehingga terjadi ketidakpastian waktu dilakukan pemesanan dan penjualan produk plastik. Ketika bulan Februari 2021 dan Januari 2022 produksi lebih besar dibandingkan dengan permintaan, sehingga terjadi kelebihan persediaan.	<i>Simple moving average, Weighted moving average, exponential, dan Single smoothing</i>	Metode yang memiliki nilai <i>error terkecil</i> yaitu metode <i>simple moving average</i> 4 dengan perencanaan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 53.239.200,00.
Prakoso dkk, 2023	Trans Metro Bandung (TMB) memiliki permasalahan mengenai penurunan penumpang di masa pandemi dan fluktuasi ketika terjadi pemberhentian operasional Damri dan faktor hari libur. Maka dari itu dibutuhkan layanan yang efisien dan efektif supaya tidak kehilangan penumpang.	<i>Fb Prophet</i>	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan akurasi peramalan yang sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 4,62%. Hasil peramalan selama 6 bulan menggunakan metode <i>Fb Prophet</i> sangat berfluktuasi dengan penumpang terendah pada bulan Januari 2023 dan tertinggi di bulan Agustus 2022.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Persediaan (*inventory*)

Secara sederhana *inventory* adalah jumlah barang yang ada di dalam *stock*. Ketika sedang membicarakan *inventory* maka pembicaraan yang dilakukan akan berhubungan dengan “barang” yang dimiliki pada gudang. Persediaan harus dilakukan untuk mendukung terjadinya proses produksi. Persediaan manufaktur dapat dibagi menjadi dua bentuk diantaranya adalah bahan baku dan suku cadang. Ketika barang-barang tersebut masuk ke dalam proses produksi maka barang tersebut menjadi persediaan barang dalam proses (WIP). Kemudian ketika proses produksi telah selesai maka persediaan tersebut masuk ke dalam barang jadi. Keputusan *inventory* berhubungan dengan kapan harus mengisi kembali persediaan dan seberapa banyak pesanan yang harus dilakukan, hal ini disebut dengan kebijakan *inventory* untuk menjawab pertanyaan dasar kapan dan berapa banyak yang harus dipesan. Banyak perusahaan mempraktikkan dan menerapkan *inventory* untuk mencapai tujuan yang berbeda-beda. Menurut Sanders (2017) tujuan yang ingin dicapai oleh perusahaan yaitu:

- a. Melindungi dari permintaan *lead time*.

Salah satu alasan menerapkan persediaan karena barang tidak dapat langsung sampai ketika terjadi kehabisan stok. Hal ini dikarenakan terdapat sejumlah waktu tunggu yang diperlukan supaya barang dapat diproduksi dan dikirim. Terdapat variasi yang normal dalam *lead time*, yang bisa terjadi karena keterlambatan pengiriman, masalah produksi yang terjadi di lokasi pemasok, terjadinya kehilangan pesanan, bahan yang rusak, serta berbagai masalah lainnya yang timbul.

- b. Menjaga kemandirian operasi

Inventory pada titik yang berbeda melayani dengan cara menghilangkan perbedaan dalam kemampuan pemrosesan serta memberikan bantalan di antara operasi. Penyimpanan *inventory* dapat dilakukan dengan cara ditempatkan di berbagai titik yang berbeda pada jaringan rantai pasok maupun di pusat kerja dalam suatu fasilitas sehingga lebih fleksibel. *Inventory* biasanya disediakan di antara *work station* sehingga mengurangi ketergantungan yang memberikan dampak baik yaitu penghentian pekerjaan di stasiun, sehingga tidak akan menutup seluruh jalur perakitan.

c. Menyeimbangkan penawaran dan permintaan

Permintaan tidak dapat diketahui dengan pasti, sehingga ketika melakukan penyimpanan *inventory* lebih memungkinkan perusahaan untuk memenuhi lonjakan permintaan yang tidak terduga, dengan mempertimbangkan permintaan terjadi sesekali bukan terus menerus. Tidak memiliki persediaan lebih berarti mengakibatkan kehilangan penjualan. Faktor penting yang terjadi ketika terdapat pola permintaan musiman. Hal tersebut dapat menyebabkan periode permintaan menjadi tinggi dan rendah, maka akan sangat mahal bagi fasilitas produksi ketika menghasilkan produk bersamaan dengan permintaan musiman.

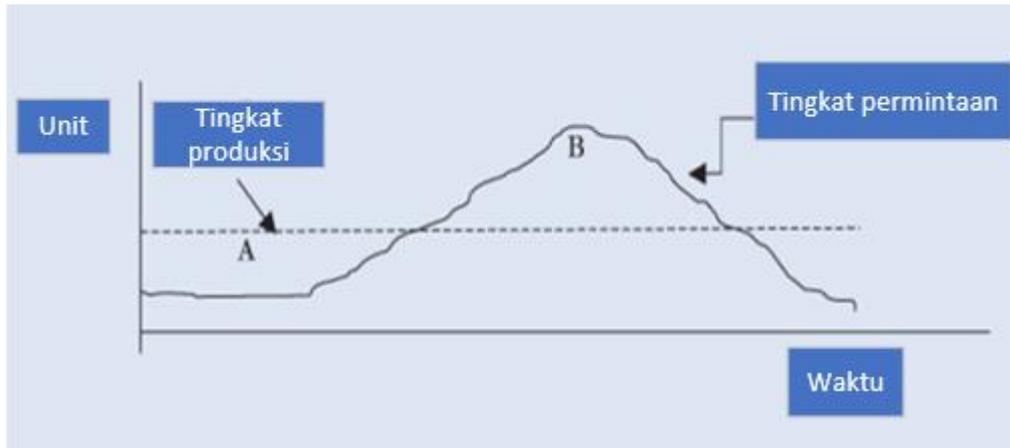
d. Ketidakpastian *buffer*

Perusahaan mengerti bahwa akan terjadi kejadian yang tidak terduga dan berdampak terhadap permintaan dan penawaran. Hal ini bisa terjadi berupa sekumpulan barang rusak yang diterima, penundaan yang tidak terduga diakibatkan karena cuaca, maupun pemogokan di pabrik pemasok. Perusahaan harus menyiapkan *inventory* yang lebih agar menjadi penyangga tentang ketidakpastian yang ada ketika sesuatu permasalahan muncul.

e. Pesanan pembelian yang ekonomis

Pembelian yang dilakukan lebih besar sama dengan mengeluarkan biaya penyimpanan yang lebih tinggi. Namun terdapat sejumlah alasan yaitu dapat menguntungkan perusahaan contohnya pemasok terkadang menawarkan potongan harga untuk mendorong pelanggan membeli jumlah yang lebih besar sekaligus. Demikian juga pembelian dalam jumlah yang besar dapat memberikan penghematan terkait dengan biaya angkut yang dilakukan pada satu waktu, serta mengantisipasi beberapa jenis kenaikan maupun gangguan harga yang bisa menyebabkan kekurangan kuantitas sehingga membuat perusahaan membeli dalam jumlah yang lebih besar.

Berdasarkan tujuan yang dijelaskan sebelumnya, tingkat produksi dalam memenuhi permintaan terkadang lebih kecil, jika dibandingkan dengan permintaan yang terus naik. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 mengenai perbedaan antara permintaan dengan tingkat produksi.



Gambar 2.1. Perbedaan Tingkat Produksi dan Permintaan

(Sumber: Sanders, 2017)

2.2.2. Tipe Persediaan

Terdapat berbagai jenis atau kategori persediaan yang dirancang untuk memenuhi tujuan penyimpanan yang berbeda serta perhitungan jumlah persediaan dilakukan perhitungan yang berbeda. Sanders (2017) membagi tipe persediaan menjadi:

a. *Cycle stock*

Cycle stock juga sering disebut dengan persediaan ukuran lot, ini merupakan persediaan yang harus segera dihitung berdasarkan perkiraan permintaan selama periode waktu tertentu. Hal ini dilakukan dengan cara mengasumsikan bahwa permintaan dapat diketahui dengan pasti dengan cara menghitung stok yang dibutuhkan selama periode tertentu. Tujuannya untuk menunjukkan fakta bahwa produk biasanya diproduksi ke dalam *batch* sesuai jumlah dan ukuran dari *batch* yang diproduksi selama siklus produksi sehingga disebut "*cycle stock*".

b. *Safety stock*

Safety stock juga disebut dengan *buffer stock* yang merupakan persediaan lebih yang digunakan untuk mempersiapkan ketika terjadi ketidakpastian dalam penawaran dan permintaan. Hal ini bisa berbentuk barang jadi yang digunakan untuk menutupi permintaan yang tidak terduga, namun bisa berbentuk juga sebagai bahan baku yang digunakan untuk menjaga dari masalah pasokan serta dalam bentuk WIP untuk menjaga ketika terjadi penghentian produksi.

c. *Anticipation inventory*

Persediaan digunakan untuk mengantisipasi peristiwa tertentu dengan tujuan untuk mengkompensasi perbedaan waktu penawaran serta permintaan dan memperlancar aliran produksi di seluruh rantai pasokan. *Anticipation inventory*

digunakan ketika terjadi lonjakan permintaan namun dapat diprediksi seperti variasi musiman. Perusahaan membawa persediaan ekstra selama musim sepi untuk melakukan antisipasi permintaan yang lebih tinggi selama musim ramai. Alasan ini biasa disebut dengan *inventory* musiman. Selain itu *inventory* yang digunakan juga digunakan untuk mengantisipasi kenaikan harga atau kekurangan produk biasanya disebut dengan *hedge inventory*.

d. *Pipeline inventory*

Sering disebut dengan persediaan transportasi yang artinya persediaan hanya dalam perjalanan. Hal ini terjadi ketika titik permintaan dan penawaran tidak sama. Jaringan pasokan global memiliki persentase besar dalam perjalanan, misalnya untuk truk dan kereta api dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi yang lain atau menunggu untuk dimuat atau dibongkar.

e. *Maintenance, Repair, and Operating Items (MRO)*

Merupakan *inventory* yang tidak digunakan secara langsung yang mencakup segala sesuatu berupa perlengkapan dan formulir kantor, sampai dengan kertas *toilet* dan perlengkapan kebersihan, perkakas, dan suku cadang yang diperlukan untuk memperbaiki mesin. Secara lokatif item MRO merupakan persediaan yang signifikan yang perlu dikelola seperti persediaan lainnya.

2.2.3. Service Level

Biaya kelangkaan memiliki nilai yang sangat tinggi, maka dari itu beberapa organisasi bersedia untuk mengeluarkan biaya penyimpanan untuk menghindari kekurangan yang terjadi. Maka dari itu suatu organisasi atau perusahaan dapat menyimpan *stock* tambahan diatas kebutuhan yang dirasakan sebagai pengaman, dengan kata lain terdapat cadangan *stock*. Semakin besar persediaan pengaman maka semakin mengurangi kekurangan sehingga perlu menentukan *stock* pengaman yang sesuai. Menurut Waters (2003) dalam bukunya penentuan cadangan pengaman dapat diperhatikan berdasarkan persentase pesanan yang benar-benar terpenuhi dari *stock*. Persentase unit yang dikirimkan dari *stock* dan persentase permintaan tepat waktu. Persentase tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Z	Persentase siklus dengan kekurangan	tingkat layanan siklus (%)
0.00	50.0	50
0.84	20.0	80
1.00	15.9	84.1
1.04	15.0	85
1.28	10.0	90
1.48	7.0	93
1.64	5.0	95
1.88	3.0	97
2.00	2.3	97.7
2.33	1.0	99
2.58	0.5	99.5
3.00	0.1	99.9

Gambar 2.2. Service Level

(Sumber: Waters, 2003)

Untuk mendapatkan *service level* di atas 50%, maka perlu menambahkan *safety stock*. Penentuan *safety stock* dapat menggunakan penyeimbangan *item* dengan permintaan yang terdistribusi secara normal, dengan rata-rata D per satuan waktu, standar deviasi, dan *lead time* yang konstan dengan :

- Selama satu periode permintaan memiliki rata-rata D dan varian σ^2
- Selama dua periode permintaan memiliki rata-rata D dan varian $2 \times \sigma^2$
- Selama tiga periode permintaan memiliki rata-rata D dan varian $3 \times \sigma^2$
- Selama dua periode LT memiliki rata-rata $LT \times D$ dan varian $LT \times \sigma^2$

Permintaan dari *lead time* rata-rata adalah $LT \times D$ dengan varian permintaan *lead time* adalah $\sigma^2 \times \sqrt{LT}$ dan standar deviasi adalah $\sigma \times LT$. Melalui *service level* akan didapatkan probabilitas *lead time* pada pemesanan ulang, sehingga dapat digunakan distribusi normal untuk memberikan nilai:

$$Safety\ stock = Z \times \sigma \times LT \quad (2.1)$$

2.2.4. Model Probabilistik

Masalah utama dalam model probabilistik adalah waktu tunggu permintaan. Ketika permintaan di luar waktu tunggu lebih tinggi maka tingkat pemesanan ulang akan terjadi lebih cepat. Sedangkan ketika permintaan yang terjadi berada dalam waktu tunggu atau *lead time* bahan, maka perusahaan tersebut akan mengalami kekurangan. Jadi kesimpulan dari permasalahan yang dialami adalah

ketidakpastian dari permintaan dan waktu tunggu produk atau bahan sangat penting dalam menentukan manajemen persediaan. Berdasarkan sudut pandang organisasi ketidakpastian terjadi karena permintaan berfluktuasi secara acak atau bisa terjadi karena mengikuti tren jangka panjang. Manajemen persediaan untuk model probabilistik berarti memahami bahwa nilai yang didapatkan tidak diketahui dengan pasti namun tetap menjalankan distribusi probabilitas yang diketahui. Waters (2003) mengklasifikasikan masalah berdasarkan variabel yang dimiliki, yaitu:

- a. *Unknown*: Hal ini sama sekali tidak diketahui situasi dan analisis sulit untuk dilakukan.
- b. *Known (and either constant or variable)*: diketahui nilai yang diambil oleh parameter yang ada dan dapat menggunakan model deterministik.
- c. *Uncertain*: Hal ini memiliki distribusi probabilitas untuk variabel dan dapat menggunakan model probabilistik atau stokastik.

Perusahaan atau organisasi tidak dapat mengubah berbagai variasi yang muncul sehingga dapat mempengaruhi beberapa area. Variasi yang ada diantaranya adalah:

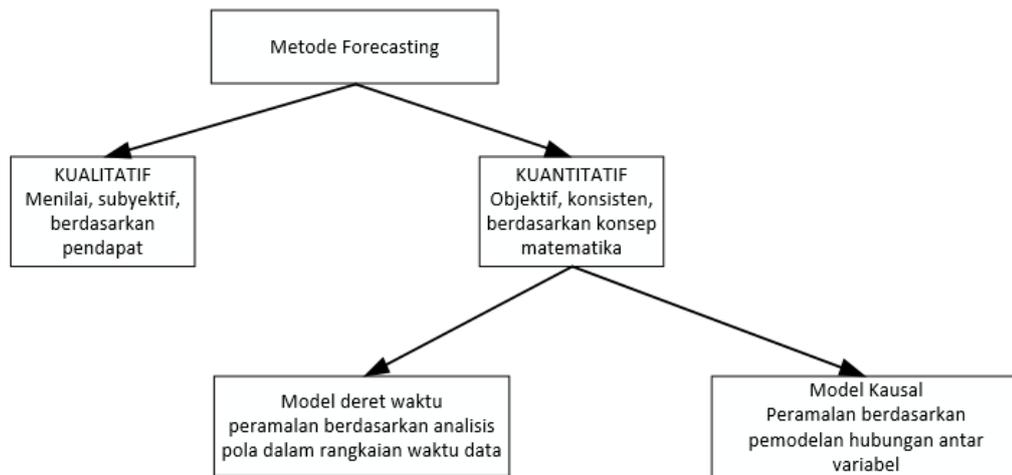
- a. *Demand*: Permintaan agregat terhadap suatu barang biasanya terjadi karena konsumen yang berbeda-beda. Suatu organisasi atau perusahaan hanya memiliki sedikit kendali yang dapat mereka lakukan kepada siapa saja yang membeli produk hasil produksi mereka maupun berapa banyak produk yang akan mereka beli. Fluktuasi acak yang terjadi terhadap jumlah dan ukuran pesanan menjadikan permintaan menjadi bervariasi dan tidak pasti.
- b. *Cost*: Biaya akan cenderung naik bila terjadi inflasi sehingga tidak dapat dilakukan prediksi terhadap ukuran serta waktu kenaikan. Berdasarkan tren yang mendasari kenaikan, terdapat variasi jangka pendek yang diakibatkan karena perubahan operasi, produk, pemasok, pesaing, dan sebagainya.
- c. *Lead time*: Terdapat berbagai macam tahapan yang perlu dilakukan antara keputusan untuk melakukan pembelian suatu barang dengan yang benar-benar menyediakannya untuk digunakan. Berbagai macam variabilitas dalam rantai pasok ini tidak dapat dihindari, terutama bila item harus dibuat dan dikirimkan dalam jarak jauh karena bencana alam yang terjadi memberikan efek yang sangat luas dalam perdagangan.
- d. *Deliveries*: Pesanan akan ditempatkan terhadap sejumlah unit barang tertentu, namun ada kalanya pesanan tidak benar-benar untuk dikirimkan. Hal tersebut

terjadi karena adanya kesalahan dalam melakukan identifikasi terhadap barang atau nomor yang dikirimkan. Masalah lain yang terjadi dikarenakan pemeriksaan kualitas yang dilakukan pada suatu produk yang menolak beberapa unit untuk dikirimkan ataupun kerusakan dan kehilangan selama pengiriman. Selain itu alasan yang bisa terjadi adalah pemasok mengizinkan lebih banyak unit dari pada produk yang diminta.

2.2.5. Forecasting

Menurut Hanke & Wichern (2013) *forecasting* atau disebut dengan peramalan merupakan kegiatan untuk memprediksi kejadian dimasa mendatang. Kegiatan tersebut contohnya peramalan permintaan produk, meramalkan pengesahan tagihan, dan sebagainya. Sanders mengklasifikasikan peramalan menggunakan dua metode, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode peramalan kualitatif didasarkan pada opini subjektif dan penilaian individu, sedangkan metode peramalan kuantitatif didasarkan pada pemodelan matematika. Metode kuantitatif biasanya lebih akurat jika dibandingkan dengan metode kualitatif.

Metode peramalan kualitatif memiliki kelebihan yaitu lebih reponsif terhadap perubahan lingkungan, dapat memberikan informasi yang dalam dan lunak sulit untuk diukur. Dapat mengkompensasikan kejadian tidak biasa, dan memberikan rasa kepemilikan. Kekurangan dari metode ini adalah tidak dapat mempertimbangkan banyak variabel, memori jangka pendek, kesulitan untuk memahami hubungan yang satu dengan yang lain, dan kurang konsisten. Contoh dari metode kualitatif adalah *executive opinio*, *market research*, dan *delphi method*. Sedangkan untuk metode peramalan kuantitatif memiliki kelebihan dapat mempertimbangkan banyak variabel yang memiliki hubungan lebih kompleks, objektif, konsisten, dan dapat memproses informasi dalam jumlah besar. Kekurangan yang dimiliki metode peramalan kuantitatif adalah hanya sebagai data dan modelnya, lambat bereaksi, mahal dan memakan waktu, serta membutuhkan pemahaman teknis. Contoh dari metode kuantitatif adalah *time series* dan *causal models*. Lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Kategori Metode Peramalan

(Sumber: Sanders, 2017)

2.2.6. Mengukur Kesalahan Peramalan

Peramalan kuantitatif sering melibatkan data deret waktu, sehingga notasi matematika digunakan untuk merujuk pada setiap periode waktu tertentu. Huruf Y digunakan sebagai petunjuk variabel deret waktu kecuali jika lebih dari satu variabel yang terlibat. Waktu terkait dengan kegiatan pengamatan digunakan sebagai subskrip. Y_t mengacu kepada nilai deret waktu pada periode t . Notasi matematika diperlukan untuk membedakan nilai aktual yang berasal dari deret waktu dengan nilai ramalan. Menurut Hanke dan Wichern (2013) notasi peramalan dapat dilihat seperti rumus berikut:

Y_t = nilai deret waktu pada periode t

\hat{y}_t = nilai ramalan dari Y_t

$e_t = Y_t - \hat{y}_t$ = residual atau nilai *error* pada *forecasting*

Salah satu metode yang bisa digunakan untuk mengevaluasi suatu teknik peramalan yaitu dengan melakukan penjumlahan kesalahan mutlak. *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur akurasi ramalan dengan merata-ratakan besaran kesalahan ramalan. MAD berada pada unit yang sama dengan seri aslinya dan memberikan rata-rata “kehilangan” yang terlepas dari arah. Lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus berikut ini.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{y}_t| \quad (2.2)$$

Mean Square Error (MSE) merupakan metode lain yang dapat digunakan untuk mengevaluasi teknik peramalan. Setiap kesalahan atau nilai sisa akan dikuadratkan, lalu dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah pengamatan. MSE menghukum kesalahan peramalan yang besar, karena kesalahan tersebut dikuadratkan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus berikut ini:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (2.3)$$

Terkadang perlu juga digunakan perhitungan kesalahan dalam bentuk persentase dibandingkan jumlah. Rata-rata kesalahan MAPE dihitung berdasarkan kesalahan absolut pada setiap periodenya dengan membaginya dengan nilai pengamatan aktual pada periode tersebut. Perlakuan berikutnya adalah merata-rata persentase kesalahan. Hasilnya kemudian dikalikan dengan 100 yang dinyatakan sebagai persentase.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{y}_t}{Y_t} \right| \quad (2.4)$$

2.2.7. Langkah-Langkah Proses Peramalan

Peramalan yang dibuat harus kredibel sehingga dapat diterima orang lain, maka dari itu perlu memperhatikan langkah yang tepat dan sesuai disesuaikan dengan model yang digunakan. Berikut merupakan langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk membuat peramalan:

- a. Langkah yang pertama adalah memutuskan apa yang ingin diramalkan. Perlu diingat bahwa peramalan digunakan untuk melakukan perencanaan dimasa mendatang, maka dari itu perlu memutuskan prakiraan yang benar-benar dibutuhkan.
- b. Langkah kedua adalah menganalisis data yang diperlukan. Data yang didapatkan nantinya akan diidentifikasi pola yang terbentuk. Pola dapat diamati pada kumpulan data namun tidak setiap kumpulan data memiliki pola. Setelah mengidentifikasi pola yang terbentuk maka langkah selanjutnya adalah menentukan model peramalan yang sesuai dengan pola tersebut. Pola data yang paling umum diantaranya:
 - i. Tingkat atau horizontal: pola paling sederhana dengan data fluktuasi di sekitar rata-rata konstan. Contoh dari pola horizontal adalah penjualan garam, meja, atau pasta gigi.

- ii. *Trend*: muncul ketika data menunjukkan kenaikan atau penurunan dari waktu-kewaktu. Jenis pola *trend* ada beberapa macam diantaranya garis lurus, tren linier, tren eksponensial.
 - iii. Musiman: pola yang berulang secara teratur. Contohnya adalah permintaan di *restaurant* yang akan memuncak di akhir pekan, penjualan es, dan sebagainya.
 - iv. Siklus: pola yang timbul karena fluktuasi ekonomi. Contohnya resesi, inflasi, maupun siklus hidup produk. Perbedaan pola siklus dan musiman adalah pola siklus tidak memiliki panjang atau besar sehingga sulit untuk diprediksi.
- c. Memilih model perkiraan, dilakukan setelah pola data didapatkan. Sering kali pemilihan model perkiraan dilakukan dengan mempersempit menjadi dua atau tiga model peramalan yang berbeda, kemudian diuji untuk melihat model mana yang paling akurat terhadap data yang didapatkan.
- d. Hasil ramalan didapatkan setelah model dipilih.
- e. Memantau akurasi perkiraan, setelah peramalan yang dibuat dan peristiwa aktual yang diamati terjadi, maka sangat penting untuk melakukan evaluasi kesalahan dari peramalan yang dibuat dengan memperhatikan informasi terbaru yang didapat.

2.2.8. Model Peramalan *Fb Prophet*

Model peramalan menggunakan metode *Fb Prophet* diimplementasikan menggunakan perangkat lunak *open source* dengan bantuan *Python* dan *R*. Penggunaan model peramalan prophet ini menggunakan tiga komponen deret waktu diantaranya adalah tren, musiman, dan hari libur. Berdasarkan Taylor & Letham (2018) penggabungan ketiga komponen deret waktu tersebut dapat ditunjukkan seperti persamaan berikut:

$$y(t) = g(t)+s(t)+h(t)+\varepsilon_t \quad (2.5)$$

Keterangan:

$g(t)$ = fungsi tren memodelkan perubahan non periodik

$s(t)$ = perubahan periodik (misalnya musiman, mingguan, dan tahunan)

$h(t)$ = efek liburan yang menyebabkan jadwal tidak teratur

ε_t = perubahan istimewa yang tidak ditampung oleh model

a. Model Tren

Prophet sudah mengimplementasikan dua model tren yang dibuat diantaranya adalah *saturationing growth model* dan *piecewise linier model*. Pertama adalah *saturationing growth model* fokus pada pertumbuhan populasi dan harapan untuk pertumbuhan populasi tersebut. Seperti pertumbuhan populasi di ekosistem alami, contohnya jumlah pertumbuhan *facebook* pada wilayah tertentu terjadi karena jumlah orang yang memiliki akses internet. Pertumbuhan tersebut bisa dimodelkan menjadi pertumbuhan logistik, dalam bentuk paling dasar seperti rumus berikut:

$$g(t) = \frac{C}{1 + \exp(-k(t-m))} \quad (2.6)$$

Keterangan:

C = *carrying capacity*

k = laju pertumbuhan

m = parameter *offset*

Terdapat dua aspek penting dalam pertumbuhan yang tidak tercakup yaitu daya dukung yang tidak konstan, contohnya jumlah manusia di dunia yang memiliki akses internet yang meningkat. Hal tersebut mengakibatkan kapasitas C diganti menjadi kapasitas yang bervariasi terhadap waktu $C(t)$. Kedua adalah karena pertumbuhan yang tidak konstan, sehingga perlu menggabungkan tingkat yang bervariasi sesuai dengan data historis. *Piecewise logistic growth model* dapat dilihat sebagai berikut:

$$g(t) = \frac{C(t)}{1 + \exp(-k + a(t)^T \delta)(t - (m + a(t)^T \gamma))} \quad (2.7)$$

Kemudian untuk permasalahan yang tidak menunjukkan terjadinya pertumbuhan jenuh, model yang dibuat sebagai berikut:

$$g(t) = (k + a(t)^T \delta)t + (m + a(t)^T \gamma) \quad (2.8)$$

b. Musiman

Deret waktu terkadang memiliki musiman akibat dari perilaku manusia, contohnya 5 hari kerja dalam satu minggu menghasilkan efek pada deret waktu yang berulang. Sementara jadwal liburan menghasilkan efek yang berulang setiap tahunnya. Efek dari hal tersebut dapat ditentukan dengan model musiman dengan fungsi periodik t . Penggunaan deret Fourier digunakan untuk memberikan efek

periodik, misalnya $P = 365.25$ hari untuk data tahunan atau $P = 7$ untuk data mingguan. Model tersebut dapat dibuat seperti berikut.

$$s(t) = \sum_{n=1}^N \left(a_n \cos \left(\frac{2\pi nt}{P} \right) + b_n \sin \left(\frac{2\pi nt}{P} \right) \right) \quad (2.9)$$

Komponen musiman kemudian

$$s(t) = X(t)\beta \quad (2.10)$$

c. Liburan dan *event*

Liburan dan *event* sering kali tidak mengikuti pola periodik, sehingga model grafik yang terbentuk menjadi kurang baik. Contohnya *thanks giving* di Amerika Serikat, dan sebagainya. Dampak dari hari libur hampir serupa dari tahun ke tahun sehingga sangat penting untuk memasukkannya ke dalam ramalan. Memasukkan daftar hari libur ke dalam model dibuat dengan menggunakan asumsi bahwa efek liburan bersifat independen. Hal ini dilakukan sama dengan musiman dengan membuat matriks dari regressor.

$$Z(t) = [1(t \in D_1), \dots, 1(t \in D_L)]$$

sehingga dibuat persamaan menjadi

$$h(t) = Z(t)K \quad (2.11)$$

2.2.9. Python

Menurut Faradilla (2023), *python* merupakan suatu bahasa pemrograman yang interpretatif multiguna, karena *Python* lebih menekankan pada keterbacaan kode sehingga mudah untuk memahami sintaksnya. Alasan tersebut mendasari bahwa *Python* sangat mudah untuk dipelajari, apalagi untuk pemula maupun untuk orang yang sudah memahami bahasa pemrograman yang lainnya. *Python* muncul pertama kali pada tahun 1991, yang diciptakan oleh Guido van Rossum, dan saat ini *Python* masih dikembangkan oleh *Python Software Foundation*. Bahasa pemrograman *Python* sendiri mendukung hampir semua sistem operasi, bahkan hampir sistem operasi dari *Linux* menyertakan *Python* di dalamnya. Melalui kode yang mudah untuk diimplementasikan, seorang pemrogram lebih mudah untuk melakukan pengembangan aplikasi yang sedang dibuat, bukan malah sibuk untuk mencari *syntax error*.

2.2.10. Database

Menurut Rifda (2022), *database* merupakan suatu teknologi jaringan komputer yang berfungsi untuk melakukan penyimpanan data. *Database* juga sering dikenal dengan basis data, merupakan sekumpulan data yang saling berkaitan sehingga memudahkan dalam pengelolaannya sehingga pengguna dapat dipermudah ketika ingin mencari informasi, menghapus, atau menyimpan informasi. *Database* terbagi menjadi 5 jenis yang dapat beroperasi pada perangkat dengan fungsi yang berbeda-beda diantaranya:

- a. *Operational database* memiliki fungsi untuk melakukan pengelolaan data secara *realtime* untuk melakukan modifikasi terhadap data yang dimiliki. *Operational database* terdiri dari JSON atau JavaScript *Objek Notation* menggunakan format file yang memakai teks untuk mengirimkan data dan XML atau *Extensible Markup Language* dan memberikan akses dua kode dokumen yang berbeda agar bisa dibaca oleh manusia dan komputer.
- b. *Database warehouse* merupakan komponen *business intelligence* yang digunakan untuk melakukan pelaporan dan analisis data yang dimiliki. *Database warehouse* terdiri dari *Microsoft SQL Server* digunakan untuk mengambil dan menyimpan data sesuai dengan permintaan aplikasi.
- c. *Distributed database* merupakan basis data dengan perangkat penyimpanannya yang tidak terpasang di komputer. *Distributed database* terdiri dari *microsoft access (office)* dengan menggunakan sistem DBMS menggabungkan *microsoft Jet database engine* dengan perangkat lunak.
- d. *Relational database* adalah basis data yang berfungsi untuk mengorganisir sesuai dengan model hubungan data. *Relational database* terdiri dari MySQL yang merupakan basis data yang populer, digunakan aplikasi berbasis *website*. PostgreSQL adalah sistem kedua berbasis data relational untuk menyimpan data dengan aman. Maria DB adalah sistem yang dikembangkan oleh MySQL. MongoDB berorientasi terhadap dokumen *open source* serta *cross platform*. Oracle *database* adalah sistem *relations database* yang diproduksi serta dipasarkan oleh perusahaan Oracle. SAP HANA berisi kolom dan hubungan antar tabel. IBM Db2 merupakan pengembangan dari perusahaan IBM. MemSQL sistem untuk manajemen basis data yang terdistribusikan dan berada dalam memori dan sebagainya. *Interbase* adalah sistem RBMS yang memiliki *footprint* yang minim. Terakhir adalah *firebird* yang

dapat digunakan untuk mengoperasikan *mac OS X*, *Linux*, *windows* dan lainnya.

- e. *End User Database* berisi SQLite merupakan sistem manajemen basis data yang dimiliki pada bahasa pemrograman C yang tertanam pada program akhir sehingga sangat sesuai untuk melakukan penyimpanan data akhir *end user*.

2.2.11. Flask

Flask merupakan *website framework* yang tergolong ke dalam *microframework* yang menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Menurut Belajar Data Science di Rumah (2021) Fungsi dari *Flask* sendiri sebagai kerangka suatu aplikasi dan digunakan untuk tampilan yang digunakan pada *website*. Melalui *Flask* maka pengguna dapat membuat suatu *website* terstruktur dan mengatur *behaviour* dengan sangat mudah karena tidak memiliki pustaka tertentu di dalamnya. Namun untuk komponen umum mengenai validasi *form*, *database* dan lainnya tidak terpasang secara *default* dalam *Flask*, alasannya karena komponen tersebut sudah disediakan oleh pihak ketiga. Tidak bermasalah untuk *Flask*, karena *Flask* sendiri dapat mengimplementasikan fitur dan komponen yang ada menggunakan ekstensi yang dimiliki. *Flask* dalam bentuk *microframework* tidak berarti memiliki kekurangan secara fungsional karena *Flask* dapat membuat *core* melalui aplikasi sesederhana mungkin namun masih bisa dengan mudah untuk ditambahkan. Fleksibilitas dan skalabilitas untuk *Flask* lebih tinggi jika dibandingkan dengan *framework* lain.

2.12. Fishbone Diagram

Fishbone diagram atau juga dikenal dengan diagram tulang ikan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan analisis masalah Pahlephi (2022). Penemu dari *fishbone* diagram adalah Professor Kaoru Ishikawa, yang merupakan ilmuwan Jepang. Fungsi dari *fishbone diagram* sendiri adalah mengidentifikasi akar penyebab masalah yang menjadi pusat perhatian dalam pembuatan *fishbone* tersebut dengan cara mencari faktor utama permasalahan sebagai faktor penyusun “tulang” utama bisa bersumber dari berbagai macam hal yaitu manusia, metode yang digunakan, lingkungan yang mempengaruhi, material yang digunakan dan sebagainya. Selalu *fishbone* ini juga maka akan didapatkan ide sebagai solusi untuk memecahkan masalah dengan menemukan faktor-faktor penyebab lainnya yang digambarkan dengan tulang-tulang kecil. Setiap kemungkinan-kemungkinan yang terjadi didapatkan dengan melakukan

brainstorming atau melakukan observasi untuk menganalisa keadaan yang terjadi dan membantu dalam menyelidiki suatu fakta tanpa adanya unsur kebohongan.

2.13. Interrelationship Diagram

Interrelationship diagram merupakan diagram yang digunakan untuk memberikan masukan untuk membantu proses *fishbone diagram* (Zornes, 2020). *Interrelationship diagram* membantu pengguna untuk menghubungkan pengaruh yang terjadi dari beberapa konsep, untuk melakukan identifikasi masalah. Melalui *interrelationship diagram* maka akan ditemukan *input* dan *output* dari permasalahan yang sedang dibahas. *Interrelationship diagram* digunakan ketika dibutuhkan untuk memvisualisasikan hubungan proses secara kompleks untuk menemukan faktor *x* yang digunakan sebagai variabel penentuan suatu masalah. *Interrelationship diagram* digunakan untuk mendalami lebih permasalahan yang terjadi dan menambah ide-ide yang akan muncul ketika permasalahan digali terus menerus. Langkah yang dilakukan dalam pembuatan *interrelationship diagram* adalah dengan membuat beberapa pertanyaan yang mungkin berhubungan, kemudian melakukan *brainstorming* kepada orang-orang yang terlibat dan berada di posisi permasalahan tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan mengkategorikan masalah yang terjadi dan melakukan analisis diagram.