BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmatul Husna & Mahachandra (2023) membahas mengenai peramalan kebutuhan batu bara dan penentuan *safety stock* pada PT Semen Padang. Permasalahan yang dihadapi adalah ketidakpastian kebutuhan batu bara akibat fluktuasi penggunaan dan *lead time* pasokan. Penelitian ini menggunakan beberapa metode *time series forecasting* dan menunjukkan bahwa terdapat beberapa metode peramalan yang dapat dilakukan untuk mendukung perencanaan kebutuhan batu bara dan menjaga keberlangsungan proses produksi.

Lusiana & Yuliarty (2020) melakukan penelitian terkait penerapan metode peramalan permintaan berbasis pada data *time series* pada perusahaan distribusi. Permasalahan utama dalam penelitian tersebut adalah ketidaktepatan perencanaan akibat fluktuasi permintaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *exponential smoothing* dengan nilai konstanta tertentu menghasilkan akurasi peramalan yang baik. Hasil dari penelitian ini menegaskan bahwa pemilihan metode peramalan yang bersesuaian dengan pola data sangat penting dalam mendukung perencanaan operasional yang efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh Andy Ewijaya & Bayurohman Pangacelle (2020) berkaitan dengan optimalisasi proses produksi pada penambangan batu bara terbuka di PT *Natural Arthe Resource* dengan menganalisis kinerja alat berat. Permasalahan utama yang dihadapi adalah tidak tercapainya target produksi akibat rendahnya nilai *effective utilization* dan ketidaksesuaian *match factor* antara alat berat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbaikan dapat dilakukan dengan memperhatikan *cycle time,* peningkatan efisiensi kerja, serta penyesuaian proporsi alat berat mampu meningkatkan produktivitas alat berat dalam mencapai target produksi secara optimal.

Penelitian oleh Auliasara dkk (2020) membahas peramalan terhadap permintaan konsumen pada PT Super Sukses Niaga. Peramalan tersebut dilakukan dengan membandingkan beberapa metode peramalan *time series*. Dalam penelitian yang dilakukan, permasalahan utama yang dihadapi oleh perusahaan adalah ketidakpastian permintaan konsumen yang berdampak pada perencanaan produksi dan pengambilan keputusan manajerial. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *simple moving average, naive, dan naive* musiman, dengan tingkat akurasi diukur menggunakan *Mean Absolute Scaled Error* (MASE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *simple moving average* memiliki nilai MASE paling kecil, sehingga dinilai

paling akurat dan efektif untuk peramalan jangka pendek pada data permintaan yang bersifat fluktuatif.

Penelitian oleh Lestari (2019) dilakukan berkaitan dengan analisis lingkungan eksternal pada PT XYZ dalam menjaga keberlangsungan bisnis perusahaan pertambangan batu bara. Permasalahan utama yang dihadapi adalah pengaruh faktor eksternal berupa lingkungan alam, sosial budaya, teknologi, serta demografi yang dapat menjadi peluang maupun ancaman bagi perusahaan. Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis lingkungan eksternal, *five forces analysis,* dan *six thinking hat* untuk mengidentifikasi dampak faktor-faktor tersebut terhadap operasional dan strategi perusahaan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan lingkungan yang baik, penerapan teknologi modern, serta pelaksanaan tanggung jawab sosial perusahaan dapat menjadi peluang strategis bagi PT XYZ dalam mempertahankan keberlanjutan bisnis dan meningkatkan daya saing perusahaan.

Jurnal penelitian yang ditulis oleh Mases & Santoso (2025) berkaitan dengan analisis pengaruh waktu *standby* terhadap efektivitas kerja *bulldozzer* Liebherr 756 di area *stockpile* OPB 4 PT Bukit Asam Tbk. Permasalahan utama yang dihadapi adalah terkait tingginya waktu *standby* unit *bulldozzer*. Permasalahan tersebut berdampak terhadap rendahnya tingkat efektivitas kerja *bulldozzer* dalam mendukung proses operasional di area *stockpile*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil menunjukkan bahwa efektivitas kerja *bulldozzer* sangat dipengaruhi oleh waktu *standby*, di mana semakin besar waktu *standby* maka akan semakin rendah efektivitasnya.

Pada penelitian Yosafat dkk (2023), PT XYZ menghadapi permasalahan yang berkaitan dengan tidak adanya target produksi yang jelas serta adanya waktu hambatan yang menyebabkan produktivitas *bulldozzer* belum optimal. Penelitian ditujukan agar dapat mengoptimalkan produktivitas *bulldozzer* pada kegiatan penumpukan batu bara di *stockpile* K3 PT XYZ. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah analisis *cycle time,* efisiensi kerja, jarak dorong, serta waktu hambatan aktual *bulldozzer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas *bulldozzer* menurun seiring bertambahnya jarak dorong, namun dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan waktu hambatan yang dapat dihindari. Setelah perbaikan, peningkatan efisiensi kerja dan produktivitas *bulldozzer* terjadi terutama pada jarak dorong 10-15 meter, sehingga kemudian kinerja *bulldozzer* menjadi lebih optimal.

Berikut merupakan rekapitulasi hasil studi literatur yang digunakan yang tertera dalam Tabel 2.1 Rekapitulasi dan Ringkasan Tinjauan Pustaka.

Tabel 2.1 Rekapitulasi dan ringkasan tinjauan pustaka

No	Pustaka	Objek	Masalah	Solusi	Metode dan *Tools*	Hasil	*Research Gap*
1	Andy E. Wijaya & Bayurohman Pangacella (2020)	PT Natural Artha Resource	Target produksi tidak tercapai akibat rendahnya *effective utilization* dan ketidaksesuaian *match factor*.	Optimalisasi produktivitas alat berat.	*Analysis cycle time, effective utilization, match factor*.	Produktivitas alat meningkat.	Belum menyediakan sistem *monitoring* utilisasi berkelanjutan.
2	Auliasari dkk. (2020)	PT Super Sukses Niaga	Ketidakpastian permintaan konsumen.	Membandingkan metode *forecasting.*	SMA, *Naive, Seasonal Naive*, MASE.	SMA terbaik.	Belum mengembangkan sistem pemilihan metode otomatis.
3	Lestari (2019)	PT Adaro Indonesia	Pengaruh faktor eksternal.	Analisis lingkungan eksternal.	*Five Forces, Six Thinking Hats*.	Dasar strategi perusahaan.	Belum membahas *forecasting* dan *monitoring* alat berat.
4	Lusiana & Yuliarty (2020)	PT X	Fluktuasi permintaan.	Penerapan SES.	*Single Exponential Smoothing.*	Akurasi peramalan baik.	Belum membandingkan beberapa metode.

Tabel 2.1 Rekapitulasi dan ringkasan tinjauan pustaka (lanjutan)

No	Pustaka	Objek	Masalah	Solusi	Metode dan *Tools*	Hasil	Research Gap
5	Mases & Santoso (2025)	PT Bukit Asam Tbk	Tingginya waktu *standby bulldozzer*.	Analisis pengaruh *standby*.	Analisis *standby*.	*Standby* menurunkan efektivitas.	Belum merancang *dashboard monitoring*.
6	Rahmatul Husna & Mahachandra (2023)	PT Semen Padang	Ketidakpastian kebutuhan batu bara.	*Forecasting & safety stock.*	*Time Series, Safety Stock.*	Mendukung perencanaan kebutuhan.	Belum ada sistem *forecasting* mandiri dan perbandingan MAD, MAPE, RMSE.
7	Yosafat dkk. (2023)	PT Adaro Indonesia	Produktivitas *bulldozzer* belum optimal.	Optimasi parameter operasional.	*Cycle time*, efisiensi, jarak dorong.	Produktivitas meningkat.	Belum menyediakan *dashboard monitoring* utilisasi.

2.2 Dasar Teori

Dalam perancangan yang dilakukan pengembangan solusi didasarkan pada berbagai teori yang dijelaskan dalam bagian subbab ini. Teori-teori tersebut mengacu pada beberapa mata kuliah dalam program studi Teknik Industri. Teori tersebut meliputi mata kuliah Proses Bisnis dan Sistem Informasi (TIND27402), mata kuliah Sistem Produksi (TIND23402), mata kuliah Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi (TIND32502), serta literatur dan dokumen dari berbagai sumber.

Mata kuliah Proses Bisnis dan Sistem Informasi ditujukan sebagai dasar acuan teoritis dalam memahami bagaimana proses bisnis perusahaan berjalan, khususnya dalam mengidentifikasi alur informasi yang terjadi. Mata kuliah Sistem Produksi digunakan sebagai suatu landasan teoritis dalam memahami bagaimana sistem produksi batu bara, khususnya terkait dengan pengelolaan sumber daya produksi seperti alat berat *bulldozzer* di area *stockpile*. Selanjutnya, mata kuliah Sistem Perencanaan dan Pengendalian Produksi digunakan sebagai acuan dalam memahami hubungan antara peramalan permintaan dan perencanaan produksi.

2.2.1 Proses Bisnis

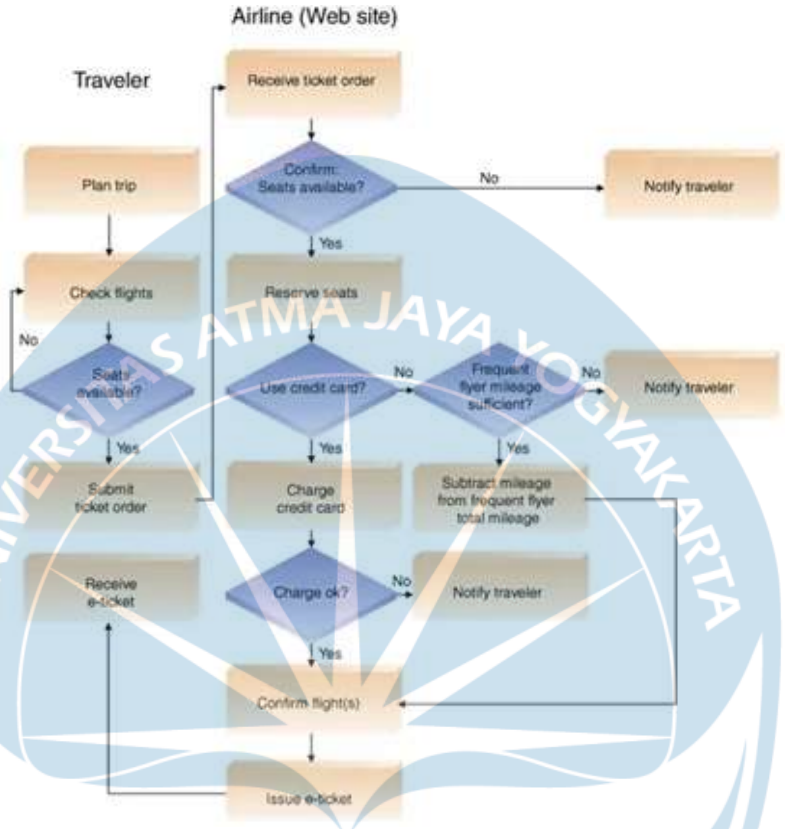
Proses bisnis merupakan suatu konsep fundamental dalam memahami bagaimana suatu organisasi menjalankan aktivitasnya untuk menciptakan suatu nilai. Menurut Rainer & Prince (2021), proses bisnis didefinisikan sebagai sekumpulan aktivitas yang saling berhubungan dan terkoordinasi yang menghasilkan produk atau jasa yang bernilai bagi organisasi, pelanggan, maupun mitra bisnis. Proses bisnis mencakup serangkaian aktivitas yang dimulai dari penerimaan *input*, dilanjutkan dengan aktivitas transformasi, hingga kemudian menghasilkan *output* yang diharapkan.

Setiap proses bisnis melibatkan berbagai fungsi dalam organisasi dan tidak dapat berdiri sendiri. Oleh karena itu, proses bisnis harus dipandang dalam satu kesatuan yang saling berkaitan dan terintegrasi. Kinerja suatu organisasi sangat dipengaruhi dari seberapa efektif dan efisien proses bisnis tersebut dijalankan.

Dalam konteks suatu perusahaan, proses bisnis tidak hanya terbatas pada aktivitas produksi, akan tetapi juga mencakup proses perencanaan permintaan, perencanaan produksi, pengelolaan sumber daya, serta pengendalian operasional. Ketidakefektifan pada salah satu proses bisnis dapat berdampak langsung terhadap meningkatnya biaya operasional dan menurunnya kinerja perusahaan secara keseluruhan.

Untuk memahami dan menganalisis proses bisnis secara menyeluruh, diperlukan suatu alat yang mampu menggambarkan proses tersebut secara jelas, yaitu peta proses bisnis. Peta proses bisnis merupakan representasi visual yang menggambarkan alur dari

bagaimana proses bisnis berjalan. Melalui peta proses bisnis, gambaran jelas terkait bagaimana suatu proses berjalan dan apa saja keterkaitan antar setiap aktivitas dapat diperoleh dan dipahami. Berikut merupakan contoh peta proses bisnis dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh peta proses bisnis

(Sumber : https://miro.medium.com/v2/resize:fit:640/format:webp/1*Svy3dLW0-l_LCDzjhu0ftw.png)

2.2.2 *Effective Work Hour* dan *Utilization Availability*

Effective Work Hour (EWH) merupakan waktu kerja efektif alat berat yang benar-benar digunakan untuk kegiatan produksi sesuai dengan fungsi operasionalnya. Dalam kegiatan pertambangan, EWH menggambarkan durasi waktu aktual alat berat bekerja melakukan aktivitas penambangan ataupun penunjang produksi, tidak termasuk waktu *standby*, waktu perbaikan atau *Maintenance* serta waktu tidak produktif lainnya. Kegiatan operasional harus dicatat dan dikelola secara sistematis untuk memastikan bahwa peralatan yang digunakan memenuhi kelayakan teknis dan berkontribusi terhadap pencapaian target produksi. Oleh karena itu EWH menjadi parameter penting dalam evaluasi kinerja alat berat (Kepmen, 2018). Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung *Effective Work Hour* (EWH).

$$EWH = WT - ST \quad (2.1)$$

Penjelasan:

- *EWH = Effective Work Hour*
- *WT = Working Time* atau waktu tersedia
- *ST = Standby Time*

Utilization Availability (UA) adalah indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat pemanfaatan alat berat dibandingkan dengan waktu tersedia yang dimiliki alat tersebut. UA menunjukkan sejauh mana alat berat yang secara teknis siap digunakan benar-benar dimanfaatkan untuk kegiatan operasional. Dalam pertambangan, UA dihitung dengan membandingkan waktu kerja efektif (EWH) terhadap total waktu tersedia alat sehingga dapat diketahui apakah rendahnya kinerja produksi disebabkan oleh keterbatasan alat atau kendala operasional. UA juga berfungsi sebagai alat evaluasi untuk mengidentifikasi penggunaan alat berat serta menjadi dasar dalam pengambilan keputusan perbaikan operasional dan peningkatan produktivitas. Berikut persamaan untuk menghitung *Utilization Availability* (UA).

$$UA\% = \frac{EWH}{WT} \times 100\% \quad (2.2)$$

2.2.3 *Forecasting*

Forecasting atau peramalan merupakan aktivitas penting yang dilakukan dalam sistem perencanaan dan pengendalian produksi. Menurut Benton (2014), *forecasting demand* merupakan suatu proses memperkirakan permintaan di masa mendatang berdasarkan data historis dan informasi lain yang relevan. *Forecasting* bertujuan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan produksi, kapasitas, persediaan, dan distribusi. *Forecasting* menjadi dasar bagi beberapa fungsi operasional perusahaan, khususnya dalam menyelaraskan antara permintaan pasar dengan kemampuan produksi yang dimiliki.

Dalam sistem produksi, *forecasting* tidak dimaksudkan untuk menghasilkan permintaan pasar yang pasti, akan tetapi sebagai estimasi terbaik yang mengandung tingkat ketidakpastian. Oleh sebab itu, peran utama *forecasting* adalah menyediakan informasi yang cukup akurat dan konsisten untuk mendukung perencanaan operasional baik jangka pendek maupun jangka menengah.

Secara umum, *forecasting* dapat dilakukan menggunakan metode kualitatif maupun metode kuantitatif. Metode kuantitatif menggunakan data historis permintaan sebagai dasar perhitungan sehingga banyak diterapkan dalam perencanaan operasional jangka pendek. Beberapa metode *forecasting* kuantitatif yang umum digunakan antara lain *simple average*, *moving average*, dan *single exponential smoothing*. Hasil peramalan yang diperoleh dari setiap metode selanjutnya dievaluasi menggunakan ukuran akurasi untuk mengetahui tingkat kesalahan peramalan. Dalam penelitian ini, ukuran akurasi yang digunakan adalah *Mean Absolute Deviation* (MAD) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Penjelasan mengenai masing-masing metode *forecasting* dan ukuran akurasi tersebut adalah sebagai berikut.

a. Simple Average

Metode *simple average* merupakan metode peramalan yang menggunakan nilai rata-rata dari seluruh data historis sebagai dasar untuk memperkirakan permintaan pada periode berikutnya. Metode ini mengasumsikan bahwa seluruh data historis memiliki bobot yang sama sehingga sesuai digunakan pada data yang relatif stabil dan tidak memiliki tren maupun pola musiman.

$$F_{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i}{n} \tag{2.3}$$

Keterangan :

F_{t+1} = Hasil peramalan pada periode berikutnya

A_i = Data aktual periode ke – i

n = Jumlah data historis

b. Moving Average

Metode *moving average* merupakan metode peramalan yang menggunakan rata-rata dari sejumlah data historis terbaru sebagai dasar untuk memperkirakan permintaan pada periode berikutnya. Berbeda dengan *simple average*, metode ini hanya mempertimbangkan sejumlah periode terakhir sehingga lebih responsif terhadap perubahan pola permintaan.

$$F_{t+1} = \frac{A_t + A_{t-1} + \cdots + A_{t-n+1}}{n} \tag{2.4}$$

Keterangan :

F_{t+1} = Hasil peramalan pada periode berikutnya

A_t = Data aktual periode sekarang

n = Jumlah periode moving average

c. Single Exponential Smoothing

Metode *single exponential smoothing* merupakan metode peramalan yang memberikan bobot lebih besar terhadap data terbaru melalui konstanta pemulusan (α). Metode ini sesuai digunakan pada data yang tidak memiliki tren maupun pola musiman.

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2.5)$$

$$0 < \alpha < 1 \quad (2.6)$$

Keterangan :

F_{t+1} = Hasil peramalan pada periode berikutnya

A_t = Data aktual periode sekarang

F_t = Hasil peramalan pada periode sekarang

α = Konstanta pemulusan (*smoothing constant)*

d. MAD

Mean Absolute Deviation (MAD) merupakan ukuran akurasi peramalan yang menghitung rata-rata nilai absolut dari selisih antara data aktual dan hasil peramalan. Nilai MAD yang lebih kecil menunjukkan bahwa hasil peramalan memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n} |A_t - F_t|}{n} \quad (2.7)$$

Keterangan :

F_{t+1} = Hasil peramalan pada periode berikutnya

A_t = Data aktual periode sekarang

n = Jumlah periode pengamatan

e. MAPE

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan ukuran akurasi peramalan yang menyatakan rata-rata persentase kesalahan antara data aktual dan hasil peramalan. Nilai MAPE yang semakin kecil menunjukkan bahwa metode peramalan memiliki tingkat akurasi yang semakin baik.

$$MAD = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^{n} \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (2.7)$$

Keterangan :

F_{t+1} = Hasil peramalan pada periode berikutnya

A_t = Data aktual periode sekarang

n = Jumlah periode pengamatan

2.3 Standar dan Kode Etik

Dalam penelitian dan perancangan ini, terdapat beberapa acuan pada standar keilmuan dan kode etik profesional. Acuan ini digunakan untuk menjamin objektivitas, keandalan, serta tanggung jawab akademik dalam setiap tahapan penelitian dan perancangan. Berikut merupakan standar dan kode etik yang digunakan sebagai acuan tersebut.

2.3.1 Standar Penelitian

Standar yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada teori dan pedoman yang relevan dengan perencanaan operasional, *forecasting*, dan pengelolaan alat berat di industri pertambangan. Perancangan sistem *forecasting* mengacu pada konsep *Manufacturing Planning and Control* dengan metode peramalan kuantitatif *time series*. Evaluasi akurasi model dilakukan menggunakan parameter *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), dengan model terbaik dipilih berdasarkan nilai kesalahan terkecil. Penggunaan MAPE mengacu pada Hyndman (2014) sebagai salah satu ukuran akurasi peramalan yang umum digunakan untuk membandingkan kinerja model *forecasting*.

Sementara itu, perancangan *dashboard monitoring bulldozzer* mengacu pada prinsip manajemen aset dalam ISO 55000 Tahun 2024 serta Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Evaluasi kinerja alat berat menggunakan indikator *Utilization Availability* (UA) dengan target minimum 75%.

2.3.2. Kode Etik Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menjunjung tinggi kode etik penelitian dan profesionalisme, Seluruh data Operasional dan informasi perusahaan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk kepentingan akademis. Analisis dan Kesimpulan disusun secara objektif berdasarkan data dan metode yang digunakan, tanpa manipulasi hasil. Selain itu, pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mematuhi peraturan yang berlaku di lokasi penelitian ini dilaksanakan serta ketentuan yang ditetapkan program studi teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.