BAB I
LATAR BELAKANG PENELITIAN

1.1 Latar Belakang

Efisiensi waktu operasi merupakan salah satu pilar utama dalam manufaktur modern yang berdampak langsung pada produktivitas, biaya produksi, dan daya saing perusahaan. Dalam industri yang menuntut presisi tinggi seperti kedirgantaraan, keterlambatan atau ketidakefisienan waktu produksi tidak hanya meningkatkan biaya tetapi juga berpotensi mengganggu rantai pasok global yang terintegrasi. Industri Kedirgantaraan merupakan sektor manufaktur berteknologi tinggi yang menuntut standar, kualitas, presisi, dan keselamatan yang sangat ketat. Dalam rantai pasok (*Supply Chain*) global, perusahaan tidak hanya dituntut untuk mampu memproduksi komponen dengan tingkat akurasi tinggi, tetapi juga memastikan bahwa setiap proses produksi berjalan dengan efisien, terencana, dan terkendali. Kompleksitas produk seperti komponen *actuation systems* untuk *primary flight control and high lift systems* mengharuskan perusahaan memiliki sistem perencanaan operasional yang terintegrasi dengan pengelolaan kapasitas, kualitas, serta keselamatan kerja.

PT XYZ merupakan salah satu fasilitas manufaktur aktuasi (*Actuation Site*) yang memproduksi komponen presisi tingkat menengah hingga kompleks untuk industri kedirgantaraan global. Dalam menjalankan perencanaan dan pengendalian produksi, PT XYZ memanfaatkan sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Systems, Application, and Products in Data Processing* (SAP) khususnya modul *Production Planning* (PP).

Systems, Applications, and Products in Data Processing, Production Planning merupakan modul yang digunakan untuk membuat rencana dan jadwal produksi dengan mempertimbangkan keterkaitan antara perencanaan bisnis, kapasitas produksi, dan pelaksanaan di lantai produksi. Dalam konteks manufaktur, SAP membantu perusahaan menciptakan alur kerja yang lebih terintegrasi karena data produksi, kapasitas sumber daya, dan perubahan rencana operasional dapat dipantau secara lebih cepat dan terstruktur. Pada PT XYZ, penggunaan sistem ini memungkinkan setiap *order* produksi tercatat dalam basis data operasional yang

dapat dimanfaatkan untuk evaluasi kinerja proses. Dalam penelitian ini, evaluasi efisiensi waktu operasi menggunakan perbandingan antara *Actual Hours* dan *Standard Hours*. *Actual Hours* menunjukkan waktu yang benar-benar digunakan dalam proses produksi, sedangkan *Standard Hours* menunjukkan waktu standar yang menjadi acuan perusahaan untuk menyelesaikan pekerjaan. Selisih antara keduanya digunakan untuk menghitung *variance* waktu produksi. Apabila *Actual Hours* lebih kecil atau sama dengan *Standard Hours*, proses dikategorikan sebagai *Favorable*. Sebaliknya, apabila *Actual Hours* lebih besar daripada *Standard Hours*, proses dikategorikan sebagai *Unfavorable*. Maka permasalahan utama dalam penelitian ini adalah adanya perbedaan antara realisasi waktu produksi dan waktu standar.

Dalam penelitian ini, terdapat tiga komponen waktu yang menjadi dasar evaluasi efisiensi. Pertama, data standar (*StdVal*) adalah nilai acuan baku durasi pengerjaan per unit produk (dalam satuan jam) yang tersimpan dalam data *master routing* SAP, mencakup waktu persiapan (*setup time*), waktu proses mesin, dan waktu tenaga kerja langsung (*direct labor*). Kedua, waktu standar (*Standard Hours* atau *Earn*) adalah total waktu standar yang seharusnya dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh unit dalam satu order produksi, yang dihitung dari perkalian antara data standar (*StdVal*) dengan kuantitas pesanan produksi (*QTY*), dirumuskan sebagai *Standard Hours* = *StdVal* × *QTY*. Dengan demikian, waktu standar menjadi acuan utama perusahaan dalam menentukan target waktu penyelesaian suatu order. Ketiga, data aktual (*Actual Hours*) adalah durasi pengerjaan waktu secara nyata yang dicatat dan dikonfirmasi oleh operator atau teknisi di lantai produksi saat menyelesaikan proses manufaktur. Perbandingan antara *Actual Hours* dan *Standard Hours* digunakan untuk menghitung *variance*, yang menjadi indikator apakah suatu proses produksi berjalan efisien (*Favorable*) atau tidak (*Unfavorable*).

Menurut Jatin Tiwari (2018), *Work Center* adalah mesin atau kelompok mesin tempat operasi produksi dilakukan, sedangkan *routing* merupakan urutan proses yang dijalankan pada *Work Center* tersebut. Dengan demikian, atribut seperti *Work Center*, *Cell*, *Part Number*, *Setup*, dan *Quantity* bukan hanya elemen administratif, tetapi merupakan karakteristik operasional yang dapat digunakan untuk membaca pola kerja produksi. Dalam data manufaktur seperti ini, setiap

atribut memiliki kontribusi terhadap terbentuknya perbedaan waktu pengerjaan, sehingga evaluasi efisiensi tidak cukup dilakukan hanya dari total output saja.

Menurut Heizer dan Render (2014), efisiensi dalam sistem operasi berkaitan dengan kemampuan perusahaan menggunakan sumber daya secara optimal untuk menghasilkan output yang diinginkan tanpa pemborosan waktu dan biaya. Dalam penelitian ini, efisiensi waktu operasi dipahami melalui perbandingan antara waktu aktual dan waktu standar produksi yang tercatat di sistem. Selaras dengan itu, data magang menunjukkan bahwa perbedaan antara waktu aktual dan waktu standar dapat digunakan untuk mengklasifikasikan proses produksi ke dalam kondisi *Favorable* atau *Unfavorable*, sehingga *variance* waktu menjadi indikator penting dalam menilai performa operasional.

Berdasarkan hasil pengolahan data operasional pada kegiatan magang, ditemukan adanya perbedaan antara *Actual Hours* dan *Standard Hours* pada proses produksi. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa sebagian proses dapat diselesaikan sesuai atau lebih cepat dari waktu standar (*Favorable*), sedangkan sebagian membutuhkan waktu yang lebih lama (*Unfavorable*). Perbedaan antara kedua status ini mengindikasikan bahwa efisiensi waktu operasi belum sepenuhnya stabil dan masih terdapat peluang untuk dianalisis lebih lanjut. Kondisi ini yang menjadi dasar bagi penelitian ini untuk membangun model klasifikasi yang mampu mengidentifikasi pola Status Efisiensi berdasarkan karakteristik operasional yang tersedia.

Tabel 1.1 *Work Center* dengan *Variance* Positif Terbesar

Work Center	***Variance (hours)***	**Keterangan**
VM097CCC	318,35 *hours*	*Variance* positif terbesar
JG800NB8	188,46 *hours*	*Variance* positif tinggi
ZHHBCCCC	139,33 *hours*	*Variance* positif tinggi
KN960CCC	134,68 *hours*	*Variance* positif tinggi
JG800NB9	133,25 *hours*	*Variance* positif tinggi

Sumber: Hasil olahan magang

Tabel 1.2 *Work Center* dengan *Variance Negatif* Terbesar

Work Center	***Variance (hours)***	**Keterangan**
E9809CCC	-189,45 *hours*	*Variance* negatif terbesar
TK800VH9	-148,76 *hours*	*Variance* negatif tinggi
SXM7CCCC	-106,94 *hours*	*Variance* negatif tinggi
NNH9CCCC	-100,13 *hours*	*Variance* negatif tinggi
UR-XCCCC	-84,95 *hours*	*Variance* negatif tinggi

Sumber: Hasil olahan magang

Berdasarkan Tabel 1.1 dan 1.2, terlihat bahwa beberapa *Work Center* memiliki *variance* yang sangat besar, baik *variance* positif (*Unfavorable*) maupun negatif (*Favorable*). *Variance* positif yang tinggi pada *Work Center* seperti VM097CCC (318,35 jam) mengindikasikan adanya inefisiensi waktu yang signifikan, sedangkan *variance* negatif yang besar pada *Work Center* seperti E9809CCC (-189,45 jam) menunjukkan adanya efisiensi yang jauh melampaui standar. Kedua kondisi tersebut sama-sama memerlukan perhatian karena menunjukkan ketidakstabilan proses produksi. Demikian juga pada tingkat *Cell* pada tabel 1.3, terlihat perbedaan *variance* yang sangat terlihat, baik positif maupun negatif. Hal ini mengindikasikan bahwa efisiensi waktu tidak merata di seluruh area produksi.

Tabel 1.3 *Cell* dengan *Variance* Paling Menonjol

Cell	***Variance (hours)***	**Keterangan**
TVZI	1338,58 *hours*	*Variance* positif terbesar
KIRHNZGRX	510,51 *hours*	*Variance* positif tinggi
XLFKORMT	-237,35 *hours*	*Variance* negatif terbesar
HSZUG	64,63 *hours*	*Variance* positif sedang
LGSVI	17,37 *hours*	*Variance* positif kecil

Sumber: Hasil olahan magang

Berdasarkan tabel 1.3, terlihat bahwa level *Cell* tertentu memiliki perbedaan *variance* yang sangat terlihat, baik positif maupun negatif. Ini menandakan bahwa efisiensi waktu tidak hanya dipengaruhi oleh satu titik kerja, tetapi juga oleh pengelompokan proses yang lebih luas pada tingkat *Cell*. Analisis kombinasi

dimensi pada laporan magang juga menunjukkan bahwa perbedaan bersifat multidimensi seperti sebuah *Part Number* dapat menunjukkan variansi tinggi hanya ketika diproses pada *Work Center* tertentu, tetapi rendah pada *Work Center* lain. Hal ini mengindikasikan adanya interaksi antara jenis produk, proses produksi, dan area kerja.

Hasil analisis deskriptif Suwarsa (2026) menunjukkan bahwa variansi tidak terdistribusi secara merata. Pada tingkat *work center*, ditemukan bahwa VM097CCC memiliki nilai perbedaan tertinggi sebesar 318,35 jam, diikuti oleh JG800NB8 sebesar 188,46 jam, dan ZHHBCCCC sebesar 139,33 jam. Pada tingkat *cell*, TVZI memiliki variansi positif terbesar sebesar 1.338,58 jam, sedangkan XLFKORMT memiliki variansi negatif terbesar sebesar -237,35 jam. Temuan ini mengindikasikan bahwa efisiensi waktu operasi belum merata pada seluruh area produksi dan terdapat konsentrasi inefisiensi pada beberapa titik proses tertentu. Menurut Provost dan Fawcett (2013), *predictive analytics* memanfaatkan data historis untuk menemukan pola yang dapat digunakan dalam memperkirakan kejadian di masa depan, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan lebih dini. Dalam konteks tersebut, pendekatan *machine learning* menjadi relevan karena mampu mempelajari pola dari data historis dan menggunakannya untuk mengklasifikasikan status efisiensi proses produksi pada data baru. Menurut IBM (*International Business Machines*), *Random Forest* merupakan metode yang menggabungkan keluaran dari banyak pohon keputusan untuk menghasilkan prediksi yang lebih stabil, sedangkan *Decision Tree* adalah metode klasifikasi yang menyusun keputusan secara hierarkis berdasarkan atribut data yang paling informatif. Oleh karena itu, kedua algoritma tersebut dipilih untuk dibandingkan kemampuannya dalam mengklasifikasikan efisiensi waktu operasi pada industri manufaktur *aerospace*

Pemilihan dua algoritma *Random Forest* dan *Decision Tree* ini didasari pada karakteristik data penelitian yang bersifat multivariabel, campuran antara data numerik dan kategorikal, serta memiliki hubungan nonlinier antar fitur. *Random Forest* dipilih karena cenderung lebih stabil dalam menghadapi perbedaan data, sedangkan *Decision Tree* dipilih karena mudah diinterpretasikan sehingga hasil analisisnya dapat lebih mudah dikaitkan dengan konteks operasional perusahaan.

Maka, output penelitian ini tidak hanya berupa nilai performa model. Penelitian ini menghasilkan tiga informasi utama, yaitu gambaran Status Efisiensi berdasarkan data operasional yang telah diolah, perbandingan performa *Decision Tree* dan *Random Forest* dalam mengklasifikasikan Status Efisiensi, dan informasi mengenai variabel yang paling berkontribusi dalam proses klasifikasi berdasarkan *feature importance*.

Analisis pada laporan magang telah memberikan gambaran mengenai kondisi *variance* waktu produksi dan area yang memiliki perbedaan performa. Tetapi, analisis tersebut masih berfokus pada kondisi yang telah terjadi. Oleh karena itu, penelitian ini melanjutkan pengolahan data operasional dengan pendekatan *machine learning* untuk membangun model klasifikasi Status Efisiensi. Melalui pendekatan ini data historis digunakan untuk mempelajari pola yang membedakan kondisi *Favorable* dan *Unfavorable*. Hasil model ini kemudian digunakan untuk membandingkan kemampuan dari *Decision Tree* dan *Random Forest* dalam melakukan klasifikasi, serta untuk melihat variabel mana saja yang paling berkontribusi dalam pembentukan keputusan klasifikasi. Menurut Provost dan Fawcett (2013), *predictive analytics* memanfaatkan data historis untuk menemukan pola yang dapat digunakan dalam memperkirakan kejadian di masa depan, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan lebih awal.

Dalam konteks diatas, pendekatan *machine learning* menjadi relevan karena mampu mempelajari pola dari data historis dan menggunakannya untuk mengklasifikasikan status efisiensi proses produksi pada data baru. Menurut IBM, *Random Forest* merupakan metode yang menggabungkan keluaran dari banyak pohon keputusan untuk menghasilkan prediksi yang lebih stabil, sedangkan *Decision Tree* adalah metode klasifikasi yang menyusun keputusan secara hierarkis berdasarkan atribut data yang paling informatif. Kedua algoritma tersebut dipilih untuk dibandingkan kemampuannya dalam mengklasifikasikan efisiensi waktu operasi pada industri manufaktur kedirgantaraan, mengingat karakteristik data penelitian yang bersifat multivariabel, campuran antara numerik dan kategorikal, serta memiliki hubungan nonlinier antar fitur. *Random Forest* dipilih karena cenderung lebih stabil dalam menghadapi perbedaan data, sedangkan *Decision Tree*

dipilih karena mudah diinterpretasikan sehingga hasil analisisnya dapat lebih mudah dikaitkan dengan konteks operasional perusahaan.

Penerapan *machine learning* dalam industri manufaktur telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Arinez et al. (2020) dalam studinya menyimpulkan bahwa kecerdasan buatan memiliki potensi besar untuk mentransformasi domain manufaktur melalui perangkat analitik untuk memproses data produksi. Lieber et al. (2013) berhasil mengembangkan model *Decision Tree* yang mampu memprediksi dimensi akhir produk dengan tingkat akurasi hingga 90% berdasarkan data sensor proses manufaktur yang saling terhubung. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Daffa Rozano (2026) menunjukkan bahwa algoritma *Random Forest* efektif digunakan untuk optimasi persediaan dan berhasil menurunkan tingkat *stockout* dari 64% menjadi 0,62%. Penelitian lain oleh Lolitha et al. (2020) menggunakan *Decision Tree* untuk memprediksi keterlambatan penerbangan dengan akurasi 72,76%, yang menunjukkan bahwa algoritma ini cukup handal untuk klasifikasi pada data dengan karakteristik yang beragam.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut menunjukkan keberhasilan dalam hal penerapan *machine learning* di berbagai bidang, faktanya masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu diisi. Pertama, sebagian besar penelitian berfokus pada sektor manufaktur umum (FMCG, otomotif), sedangkan penelitian pada industri kedirgantaraan (*aerospace*) dengan standar presisi dan keselamatan yang sangat tinggi masih terbatas. Kedua, penelitian terdahulu lebih banyak menggunakan data kualitas produk, *predictive maintenance*, dan optimasi persediaan, sementara penelitian yang secara khusus mengkaji klasifikasi efisiensi waktu operasi berdasarkan perbandingan waktu aktual dan waktu standar masih jarang dilakukan. Ketiga, pemanfaatan data operasional dari sistem SAP (*Systems, Applications, and Products in Data Processing*) modul PP (*Production Planning)* sebagai sumber utama dalam membangun model klasifikasi prediktif di industri manufaktur masih terbatas. Keempat, belum terdapat penelitian yang secara khusus membandingkan performa algoritma *Random Forest* dan *Decision Tree* dalam mengklasifikasikan status efisiensi waktu operasi (*Favorable* vs *Unfavorable*) berdasarkan *variance* waktu produksi pada konteks industri manufaktur *aerospace*.

Kesenjangan-kesenjangan inilah yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini diarahkan untuk melanjutkan hasil analisis deskriptif pada laporan magang ke tahap analisis prediktif, sehingga tidak hanya menjelaskan kondisi efisiensi waktu operasi yang telah terjadi, tetapi juga mengklasifikasikan kemungkinan status efisiensi pada *Order* produksi berikutnya. Pendekatan prediktif memungkinkan data historis digunakan untuk membangun model yang dapat membantu pengambilan keputusan yang lebih awal.

Metode yang digunakan untuk memprediksi efisiensi waktu operasi ini sangat bergantung pada karakteristik data yang diolah. Data penelitian yang digunakan bersumber dari data historis sistem operasional manufaktur SAP modul *Production Planning* (PP) yang bersifat multivariabel, yakni terdiri dari campuran tipe data numerik dan kategorikal. Fitur masukan (prediktor) yang membentuk data ini mencakup informasi operasional yang sudah tersedia sebelum produksi berjalan, yaitu *Work Center*, *Cell*, dan *Part Number* (sebagai data kategorikal), serta *Quantity*, *Setup Time*, *Direct Labor*, dan *Standard Hours* (sebagai data numerik). Sementara itu, variabel target yang akan diprediksi berbentuk klasifikasi biner, yaitu label *Favorable* dan *Unfavorable* yang diturunkan dari perhitungan *variance* waktu produksi. Secara keseluruhan, kumpulan data ini berjumlah 57.519 unit analisis yang telah diagregasi dan memiliki pola hubungan antar fitur yang cenderung rumit dan non-linier. Karakteristik data manufaktur yang kompleks dan bervariasi inilah yang menjadi dasar pertimbangan utama dalam menentukan algoritma prediksi yang paling tepat.

Pemilihan algoritma *Decision Tree* dan *Random Forest* dibandingkan dengan model lain seperti Regresi Logistik dan *XGBoost* didasarkan pada kecocokan dengan karakteristik data serta kemudahan untuk dipahami dalam penerapannya. Algoritma ini yang memiliki cara kerja membuat aturan bercabang seperti pohon (*Decision Tree* dan *Random Forest*) lebih disukai daripada Regresi logistik karena kemampuannya yang sangat baik dalam membaca data yang berpola rumit dan tidak beraturan (*non-linier*). Meskipun Regresi Logistik tergolong sebagi model probabilits yang mudah diartikan, model ini sering kali kurang efektif saat dihadapkan pada kumpulan data operasional yang sangat kompleks oleh Sitompul

et,al (2025). Di sisi lain menurut GeeksforGeeks (2025) dan Mastery (2025), algoritma *XGBoost* sangat diunggulkan dalam menghasilkan akurasi yang tinggi, model ini membutuhkan pengaturan parameter yang sangat rumit dan justru bersikap terlalu menghafal data lama (*overfitting*) jika tidak disetel dengan ekstra hati-hati. Sebaliknya, *Random Forest* lebih dipilih karena kemampuannya merangkum hasil dari banyak pohon keputusan sekaligus, sehingga hasil prediksinya jauh lebih kebal terhadap risiko *overfitting*. Sementara *Decision Tree* tetap digunakan sebagai model utama karena proses kerjanya yang sangat cepat, sederhana, dan aturan keputusannya paling transparan untuk dijelaskan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka penelitian ini diajukan dengan judul **"Klasifikasi Prediktif Efisiensi Waktu Operasi Menggunakan Algoritma *Random Forest* dan *Decision Tree*" (Studi Kasus pada PT XYZ).**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan dalam latar belakang penelitian, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik dan distribusi data efisiensi produksi pada sistem SAP perusahaan manufaktur *aerospace* berdasarkan *variance* antara waktu aktual dan waktu standar?
2. Bagaimana performa algoritma *Random Forest* dan *Decision Tree* dalam memprediksi dan mengklasifikasikan status efisiensi produksi sebagai *Favorable* atau *Unfavorable* pada data baru berdasarkan data operasional SAP?
3. Algoritma manakah di antara *Random Forest*, dan *Decision Tree*, yang memberikan kemampuan prediksi klasifikasi terbaik berdasarkan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-Score*, dan *AUC-ROC* (*Area Under Curve – Receiver Operation Characteristic*)?
4. Faktor-faktor apa saja yang paling dominan dalam proses klasifikasi Status Efisiensi berdasarkan analisis *feature importance* dari model terbaik?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini bermaksud untuk mengevaluasi dan membandingkan performa dua algoritma *machine learning Random Forest* dan *Decision Tree* dalam mengklasifikasikan efisiensi waktu operasi sebagai *Favorable* atau *Unfavorable* berdasarkan data operasional yang bersumber dari sistem SAP. Penelitian ini juga bermaksud untuk mengidentifikasi variabel prediktor yang paling dominan dalam proses klasifikasi status efisiensi tersebut.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan identifikasi masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pengetahuan ilmiah berupa:

1. Deskripsi karakteristik dan distribusi data efisiensi produksi pada sistem SAP perusahaan manufaktur *aerospace* berdasarkan *variance* antara waktu aktual dan waktu standar.
2. Gambaran performa algoritma *Random Forest* dan *Decision Tree* dalam memprediksi dan mengklasifikasikan efisiensi produksi berdasarkan data operasional SAP.
3. Perbandingan akurasi dan kemampuan prediktif kedua algoritma berdasarkan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-Score*, dan *AUC-ROC*, serta identifikasi algoritma dengan performa terbaik.
4. Identifikasi faktor-faktor produksi yang paling dominan dalam proses klasifikasi Status Efisiensi berdasarkan analisis *feature importance* dari model terbaik.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis dan praktis, dimana manfaat empiris ditujukan kepada pihak yang menggunakan hasil penelitian ini sebagai bahan pertimbangan dan pengembangan keilmuan, dan manfaat teoritis ditujukan kepada pembaca maupun pihak lain untuk menambah pustaka.

1.4.1 Kegunaan Teoretis

Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa:

1. Memperkaya khazanah keilmuan di bidang Sains Data, khususnya dalam penerapan algoritma klasifikasi *machine learning* (*Random Forest* dan *Decision Tree*) pada domain manufaktur dan manajemen operasional.

1.4.2 Kegunaan Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. **Bagi Mahasiswa**
   a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengalaman dalam penerapan ilmu Sains Data, khususnya pada pemanfaatan algoritma *Random Forest* dan *Decision Tree* untuk klasifikasi efisiensi waktu operasi pada data industri manufaktur *aerospace*.
   b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi penguat pemahaman teoritis mengenai penerapan *machine learning* dalam penyelesaian permasalahan operasional berbasis data SAP, sehingga mahasiswa memperoleh pengalaman analitis yang relevan dengan bidang keilmuan yang dipelajari.
2. **Bagi Kampus**

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan tambahan literatur di Universitas Koperasi Indonesia, khususnya pada bidang Sains Data, *machine learning*, serta penerapannya dalam analisis data operasional industri manufaktur.
3. **Bagi Perusahaan**

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan kepada perusahaan mengenai penerapan model klasifikasi prediktif untuk menilai efisiensi waktu operasi, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam evaluasi proses produksi dan pengambilan keputusan yang lebih proaktif berdasarkan parameter perencanaan awal terhadap potensi terjadinya *variance Unfavorable* sebelum proses eksekusi lapangan dimulai.