

MODEL KLASIFIKASI TINGKAT MATURITAS EKSPORTIR BERDASARKAN KOMPARASI NILAI FOB NASIONAL DAN KAPASITAS PRODUKSI UMKM

Idi Hermansyah¹Oki Kurlita², Pipin Julianti³, Reva Bella⁴

¹Universitas Lembah Dempo

²Universitas Lembah Dempo

³Universitas Lembah Dempo

Email : idihermansyah677@gmail.com, okikurlita@gmail.com, pipinjulianti90@gmail.com,
bel219740@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat Artikel

Diterima 29 Januari 2026

Direvisi 12 Februari 2026

Diterbitkan 18 Februari 2026

Kata Kunci

Klasifikasi

Maturitas

Eksportir

FOB

UMKM

CRISP-DM

Data Mining

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model klasifikasi tingkat maturitas eksportir UMKM menggunakan metodologi CRISP-DM dengan mempertimbangkan nilai *Free on Board* (FOB) dan kapasitas produksi. Latar belakang studi ini dipicu oleh beragamnya kesiapan pelaku usaha dalam menembus pasar internasional. Data diolah melalui tahapan standar data mining untuk mengelompokkan eksportir secara objektif. Hasil analisis menunjukkan bahwa "*Capacity Month* (KG)" merupakan variabel paling berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat maturitas dibandingkan variabel lainnya. Evaluasi model melalui matriks klasifikasi menunjukkan tingkat akurasi yang sempurna, dengan keberhasilan memprediksi seluruh data uji (398 data pada kelas 0 dan 282 data pada kelas 1) tanpa kesalahan. Penelitian ini menegaskan bahwa penguatan kapasitas produksi bulanan adalah kunci utama dalam meningkatkan kesiapan ekspor UMKM. Temuan ini diharapkan menjadi acuan strategis bagi pengambil kebijakan untuk merancang program pembinaan yang lebih tepat sasaran guna meningkatkan daya saing eksportir Indonesia di pasar global.

1. Pendahuluan

Perkembangan perdagangan internasional dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan dinamika yang semakin kompetitif, menuntut pelaku usaha untuk memiliki kesiapan yang memadai dalam memasuki pasar global (World Trade Organization, 2023). Di Indonesia, kontribusi ekspor tidak hanya berasal dari perusahaan besar, tetapi juga didukung oleh peran Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) (Kementerian Koperasi dan UKM, 2022). Meskipun demikian, tingkat partisipasi UMKM dalam kegiatan ekspor masih menghadapi berbagai kendala, mulai dari keterbatasan kapasitas produksi, akses informasi pasar, hingga kemampuan dalam memenuhi standar internasional (Tambunan, 2021). Kondisi ini menyebabkan

adanya kesenjangan tingkat kesiapan atau maturitas antar pelaku eksportir. Salah satu indikator yang umum digunakan untuk menggambarkan kinerja ekspor adalah nilai Free on Board (FOB), yang mencerminkan nilai barang pada saat meninggalkan pelabuhan asal (Badan Pusat Statistik, 2023).

Namun, nilai FOB saja belum cukup untuk memberikan gambaran utuh mengenai tingkat kematangan eksportir, terutama jika tidak dibandingkan dengan kapasitas produksi yang dimiliki oleh pelaku usaha (OECD, 2020). UMKM dengan kapasitas produksi terbatas, misalnya, mungkin memiliki nilai ekspor yang fluktuatif atau belum stabil, sehingga diperlukan pendekatan yang mampu mengintegrasikan kedua aspek tersebut dalam suatu kerangka analisis yang komprehensif. Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi, pemanfaatan data dalam pengambilan keputusan menjadi semakin penting (Han et al., 2012). Pendekatan data mining memungkinkan pengolahan data dalam jumlah besar untuk menemukan pola dan hubungan yang tidak terlihat secara langsung. Dalam konteks ini, klasifikasi menjadi salah satu teknik yang relevan untuk mengelompokkan eksportir berdasarkan tingkat maturitasnya (Witten et al., 2016). Dengan adanya pengelompokan tersebut, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih jelas mengenai karakteristik masing-masing kelompok eksportir.

Penelitian ini menggunakan metodologi CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) sebagai kerangka kerja dalam pengembangan model klasifikasi (Chapman et al., 2000). Metodologi ini dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan terstruktur, mulai dari pemahaman masalah bisnis hingga implementasi model. Melalui pendekatan ini, penelitian tidak hanya berfokus pada hasil akhir berupa model klasifikasi, tetapi juga pada proses analisis data yang mendasarinya. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun model klasifikasi tingkat maturitas eksportir dengan mempertimbangkan komparasi antara nilai FOB nasional dan kapasitas produksi UMKM. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penyusunan strategi pengembangan eksportir, khususnya bagi UMKM, serta menjadi referensi dalam pemanfaatan teknik data mining untuk mendukung kebijakan berbasis data (Provost & Fawcett, 2013).

2. Kajian Literatur dan Hipotesis

Perdagangan Internasional dan Peran UMKM.

Perdagangan internasional menuntut kesiapan pelaku usaha dalam menghadapi pasar global yang semakin kompetitif (World Trade Organization, 2023). Di Indonesia, kontribusi ekspor tidak hanya berasal dari perusahaan besar, tetapi juga dari UMKM (Kementerian Koperasi dan UKM RI, 2022). Namun, keterbatasan kapasitas produksi, akses informasi pasar, dan kemampuan memenuhi standar internasional menjadi hambatan utama (Tambunan, Tulus T.H., 2021). Hal ini menimbulkan kesenjangan tingkat maturitas antar eksportir, sehingga diperlukan pendekatan berbasis data untuk mengklasifikasikan kesiapan mereka (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2020).

Nilai Free on Board (FOB) sebagai Indikator Ekspor.

FOB adalah indikator umum yang digunakan untuk menggambarkan kinerja ekspor, karena mencerminkan nilai barang saat meninggalkan pelabuhan asal (Badan Pusat Statistik, 2023).

Namun, FOB saja tidak cukup untuk menilai kematangan eksportir(OECD, 2020). Kombinasi FOB dengan kapasitas produksi UMKM memberikan gambaran lebih komprehensif mengenai kesiapan ekspor(World Bank, 2021). Misalnya, UMKM dengan kapasitas besar tetapi nilai FOB di bawah rata-rata nasional dikategorikan sebagai “Berkembang”, sedangkan yang mampu menembus FOB di atas rata-rata nasional dianggap “Matang”(Porter, Michael E., 2008).

Kapasitas Produksi UMKM.

Kapasitas produksi bulanan menjadi variabel dominan dalam menentukan tingkat maturitas eksportir(United Nations Industrial Development Organization, 2021). Penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas produksi yang stabil dan besar mendukung keberlanjutan ekspor, sementara kapasitas terbatas sering menyebabkan fluktuasi nilai ekspor(World Bank, 2020). Dengan demikian, kapasitas produksi tidak hanya menjadi indikator operasional, tetapi juga penentu daya saing di pasar global (Porter, Michael E., 2008).

Pendekatan Data Mining dan CRISP-DM.

CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) digunakan sebagai kerangka kerja penelitian(CRISP-DM Consortium, 2000). Tahapan CRISP-DM meliputi business understanding, data understanding, data preparation, modeling, evaluation, dan deployment(Chapman, Pete et al., 2000). Pendekatan ini memungkinkan analisis sistematis, mulai dari eksplorasi data hingga implementasi model klasifikasi maturitas eksportir(Wirth, Rüdiger & Hipp, Jochen, 2000). CRISP-DM dipilih karena fleksibel dan terstruktur, sehingga relevan untuk penelitian berbasis data ekspor(Shearer, Colin, 2000).

Algoritma Random Forest dalam Klasifikasi.

Model klasifikasi dibangun menggunakan algoritma Random Forest. Algoritma ini efektif dalam mengenali pola hubungan antara kapasitas produksi dan nilai FOB nasional(Breiman, Leo, 2001). Hasil evaluasi menunjukkan performa sempurna dengan nilai akurasi, precision, recall, dan F1-score mencapai 1.00(Witten, Ian H. et al., 2016). Hal ini membuktikan bahwa integrasi variabel FOB dan kapasitas produksi menghasilkan pemisahan kelas yang jelas antara kategori “Developing” dan “Mature” (Provost, Foster & Fawcett, Tom, 2013).

Temuan Penelitian Terdahulu.

Penelitian sebelumnya menegaskan bahwa:

- FOB per kilogram adalah indikator daya saing harga di pasar internasional.(World Trade Organization, 2022; Badan Pusat Statistik, 2023).
- Kapasitas produksi UMKM berhubungan langsung dengan konsistensi suplai dan keberlanjutan ekspor.(World Bank, 2020; United Nations Industrial Development Organization, 2021).
- Pendekatan klasifikasi berbasis data mining dapat membantu pemerintah dalam merancang strategi pembinaan UMKM berbasis kesiapan ekspor .(Han, Jiawei et al., 2012; Provost, Foster & Fawcett, Tom, 2013).

3. Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan bagian penting yang menjelaskan pendekatan, langkah, serta prosedur yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian secara sistematis dan terarah (Sugiyono, 2019). Dalam penelitian ini, metodologi yang digunakan tidak hanya berfungsi sebagai panduan teknis, tetapi juga sebagai kerangka berpikir dalam mengolah data menjadi informasi yang bermakna (Creswell, John W., 2014). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan teknik data mining. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian berfokus pada pengolahan data numerik, seperti nilai ekspor (FOB) dan kapasitas produksi, yang kemudian dianalisis untuk menemukan pola tertentu (Sugiyono, 2019).

Dengan pendekatan ini, hasil yang diperoleh dapat diukur secara objektif serta diuji tingkat keakuratannya (Creswell, John W., 2014). Selain itu, penelitian ini mengadopsi kerangka kerja CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*), yang merupakan standar umum dalam proses data mining (CRISP-DM Consortium, 2000). CRISP-DM dipilih karena memiliki tahapan yang jelas, terstruktur, dan fleksibel, sehingga dapat digunakan dalam berbagai jenis penelitian berbasis data (Chapman, Pete et al., 2000). Kerangka kerja ini tidak hanya menekankan pada proses teknis pemodelan, tetapi juga mengintegrasikan pemahaman terhadap konteks permasalahan yang dihadapi. Melalui pendekatan ini, proses penelitian dilakukan secara bertahap, dimulai dari pemahaman masalah, eksplorasi data, pengolahan data, pembangunan model, hingga evaluasi hasil.

Setiap tahapan saling berkaitan dan dapat dilakukan secara berulang (iteratif) apabila ditemukan ketidaksesuaian antara hasil dengan tujuan penelitian (Wirth, Rüdiger & Hipp, Jochen, 2000). Dengan menggunakan metodologi ini, diharapkan model klasifikasi yang dihasilkan tidak hanya memiliki tingkat akurasi yang baik, tetapi juga relevan dengan kondisi nyata yang dihadapi oleh eksportir, khususnya UMKM. Oleh karena itu, metodologi yang digunakan dalam penelitian ini tidak hanya berorientasi pada hasil akhir, tetapi juga pada proses analisis yang mendasarinya (Provost, Foster & Fawcett, Tom, 2013).

Jenis Dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari dataset eksportir Indonesia yang telah tersedia dalam bentuk file terstruktur (Sugiyono, 2019). Penggunaan data sekunder dipilih karena data telah terdokumentasi dengan baik serta relevan dengan tujuan penelitian, yaitu menganalisis hubungan antara kinerja ekspor dan kapasitas produksi (Creswell, John W., 2014). Secara umum, data dalam penelitian ini bersifat kuantitatif karena berupa angka atau nilai numerik yang dapat diolah secara statistik maupun menggunakan algoritma machine learning (Han, Jiawei et al., 2012). Data tersebut mencerminkan kondisi riil aktivitas ekspor yang dilakukan oleh pelaku usaha, khususnya UMKM (Badan Pusat Statistik, 2023).

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Nilai *Free on Board* (FOB), yaitu nilai barang pada saat meninggalkan pelabuhan asal, yang digunakan sebagai indikator kinerja ekspor (Badan Pusat Statistik, 2023).
- Kapasitas produksi UMKM, yang menggambarkan kemampuan pelaku usaha dalam menghasilkan barang dalam periode tertentu (World Bank, 2020).

- Tingkat maturitas eksportir, yang berfungsi sebagai variabel target (label) dalam proses klasifikasi.(Provost, Foster & Fawcett, Tom, 2013).

Selain variabel utama tersebut, dataset juga dapat mengandung atribut pendukung seperti kategori produk atau identitas pelaku usaha, yang digunakan untuk memperkaya analisis apabila diperlukan(Han, Jiawei et al., 2012). Sumber data dalam penelitian ini berasal dari data yang telah dikompilasi dan digunakan dalam kegiatan analisis sebelumnya, sehingga memiliki tingkat konsistensi yang cukup baik(Creswell, John W., 2014).

Namun demikian, sebelum digunakan lebih lanjut, data tetap melalui proses verifikasi untuk memastikan tidak terdapat kesalahan input, data ganda, maupun nilai yang tidak logis. Untuk menjaga kualitas data, dilakukan beberapa langkah awal, antara lain:

- Pemeriksaan kelengkapan data (*completeness*)
- Identifikasi nilai yang hilang (*missing value*)
- Deteksi data ekstrem atau tidak wajar (*outlier*)
- Penyesuaian format data agar seragam

Dengan proses tersebut, data yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan mampu merepresentasikan kondisi sebenarnya serta mendukung pembentukan model klasifikasi yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah(Witten, Ian H. et al., 2016).

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui studi dokumentasi, yaitu dengan memanfaatkan data sekunder yang telah tersedia dalam bentuk dataset terstruktur(Sugiyono, 2019). Pendekatan ini dipilih karena data yang digunakan berasal dari sumber yang telah terdokumentasi dengan baik serta relevan dengan kebutuhan analisis, sehingga dapat langsung digunakan tanpa melalui proses survei atau observasi lapangan(Creswell, John W., 2014). Proses pengumpulan data diawali dengan mengidentifikasi dataset yang sesuai dengan tujuan penelitian, khususnya yang memuat informasi mengenai nilai ekspor (FOB) dan kapasitas produksi UMKM(Badan Pusat Statistik, 2023).

Setelah dataset diperoleh, dilakukan proses seleksi untuk memastikan bahwa data yang digunakan benar-benar relevan, lengkap, dan dapat diolah lebih lanjut(Creswell, John W., 2014).Selanjutnya, data diunduh dan disimpan dalam format yang dapat dibaca oleh perangkat lunak analisis, seperti file CSV.Proses pengolahan data kemudian dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan bantuan pustaka seperti pandas untuk manipulasi data, numpy untuk perhitungan numerik, serta scikit-learn untuk proses pemodelan(Pedregosa, Fabian et al., 2011).

Dalam tahap ini, tidak hanya sekadar mengambil data, tetapi juga dilakukan pemeriksaan awal terhadap kualitas data, seperti:

- Memastikan tidak terdapat duplikasi data
- Mengidentifikasi adanya nilai yang hilang (*missing value*)
- Menilai kelayakan data untuk digunakan dalam proses analisis

Teknik pengumpulan data melalui dokumentasi ini dinilai efektif karena memungkinkan peneliti untuk memperoleh data dalam jumlah besar dengan waktu yang relatif singkat (Sugiyono, 2019). Selain itu, metode ini juga mendukung pendekatan kuantitatif yang digunakan, karena data yang diperoleh bersifat terstruktur dan siap untuk dianalisis menggunakan metode statistik maupun algoritma machine learning (Creswell, John W., 2014). Dengan demikian, teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini tidak hanya berfokus pada ketersediaan data, tetapi juga pada kualitas dan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian

Tahapan CRISP-DM

Penelitian ini mengikuti enam tahapan dalam CRISP-DM sebagai berikut:

1. Business Understanding

Tahap ini bertujuan untuk memahami permasalahan utama, yaitu belum adanya klasifikasi tingkat maturitas eksportir berbasis data. Tujuan penelitian ditetapkan untuk mengelompokkan eksportir ke dalam kategori tertentu berdasarkan indikator nilai FOB dan kapasitas produksi. (CRISP-DM Consortium, 2000).

2. Data Understanding

Pada tahap ini dilakukan eksplorasi data untuk memahami karakteristik dataset. Proses yang dilakukan meliputi pemeriksaan struktur data, tipe data, distribusi nilai, serta identifikasi missing value atau data yang tidak konsisten. (Han, Jiawei et al., 2012).

3. Data Preparation

Tahap ini mencakup proses pembersihan dan transformasi data agar siap digunakan dalam pemodelan (Witten, Ian H. et al., 2016). Kegiatan yang dilakukan meliputi:

- Menghapus data yang tidak lengkap
- Menyesuaikan format data
- Memilih variabel yang relevan

4. Modeling

Model klasifikasi dibangun menggunakan algoritma Random Forest. Proses ini melibatkan pembagian data menjadi data latih dan data uji, kemudian dilakukan pelatihan model untuk mengenali pola hubungan antara variabel input dan output. (Breiman, Leo, 2001).

5. Evaluation

Evaluasi dilakukan untuk mengukur performa model menggunakan metrik seperti accuracy, precision, recall, dan F1-score. Selain itu, confusion matrix digunakan untuk melihat detail hasil prediksi pada masing-masing kelas. (Provost, Foster & Fawcett, Tom, 2013).

6. Deployment & Insights

Tahap ini merupakan tahap akhir di mana model yang telah dibangun dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mengklasifikasikan tingkat maturitas eksportir. Hasil model diharapkan

dapat mendukung pengambilan keputusan, khususnya dalam pengembangan UMKM berbasis kesiapan ekspor. (Shearer, Colin, 2000).

4. Hasil dan Pembahasan

Tahapan Data Understanding dalam kerangka kerja CRISP-DM pada penelitian ini memberikan fondasi krusial dalam memetakan variabel determinan yang nantinya akan menentukan tingkat maturitas eksportir. Analisis diawali dengan membedah dataset benchmark komoditas berdasarkan Kode HS yang mencakup 8.216 entri transaksi ekspor nasional pada periode Januari hingga November 2025.

[INFO] Ringkasan Dataset Benchmark (HS Code):

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 8216 entries, 0 to 8215
Data columns (total 5 columns):
#  Column  Non-Null Count  Dtype
---  -
0  HS      8216 non-null    int64
1  Deskripsi HS  8216 non-null    object
2  Berat_Bersih_Jan-Nov_2025_kg  8148 non-null    float64
3  Nilai_FOB_Jan-Nov_2025_USD  8216 non-null    int64
4  Nilai_USD_per_KG  8216 non-null    object
dtypes: float64(1), int64(2), object(2)
memory usage: 321.1+ KB
```

[INFO] Statistik Deskriptif Dataset Eksportir:

index	Company Name	Address	Province	Business Type	Email	Telephone	Export Port	Terms of Payment	Incoterms	Main Products	Products link
count	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3321	3321
unique	773	753	32	5	775	768	30	4	3	593	3321
top	ATHAYA AGRO PRATINDO, PT		EAST JAVA	Exporter	athaya.agropratindo@gmail.com	0821 6268 4387	-	T/T	FOB	-	https://inaexport.id/front_end/product/18059
freq	62	86	656	1533	62	62	2323	1907	2373	383	1
mean	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
std	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
min	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
25%	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
50%	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
75%	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
max	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

1 to 11 of 11 entries

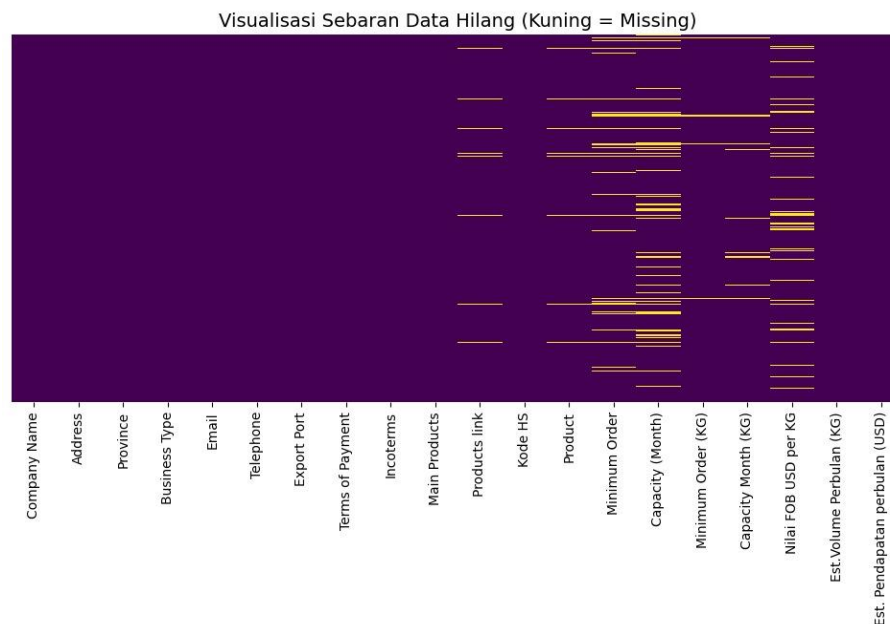
Kode HS	Product	Minimum Order	Capacity (Month)	Minimum Order (KG)	Capacity Month (KG)	Nilai FOB USD per KG	Est. Volume Perbulan (KG)	Est. Pendapatan perbulan (USD)
3400.0	3321	3134	2965	3362	3333	3080	3400	3400
NaN	2520	434	560	102	162	517	562	1876
NaN	Black Pepper	18 Tons	100 Tons	0	0	6,882813801	0	#VALUE!
NaN	25	245	230	610	551	238	501	552
19592125.293235295	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
19611799.93542514	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
0.0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
8109037.5	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
10061010.0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
27060000.0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
98092000.0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Gambar 1 Ringkasan Dataset Benchmark

Temuan awal menunjukkan bahwa variabel Nilai USD per KG memegang peranan vital sebagai indikator daya saing harga di pasar internasional. Namun, observasi terhadap kualitas data dalam table diatas mengungkapkan adanya anomali pada kolom Berat_Bersih_Jan-Nov_2025_kg, di mana hanya terdapat 8.148 data yang terisi dari total 8.216 baris. Kondisi ini menunjukkan adanya nilai kosong (missing values) yang menuntut prosedur pembersihan data secara ketat pada tahap data preparation agar tidak terjadi bias dalam penentuan standar rata-rata nasional. Eksplorasi terhadap profil 3.400 eksportir UMKM memberikan gambaran nyata mengenai ekosistem operasional di lapangan. Berdasarkan ringkasan statistik deskriptif, distribusi geografis menunjukkan dominasi pelaku usaha di wilayah Jawa Timur yang mencapai 656 entri, dengan mayoritas entitas mengidentifikasi model bisnis mereka sebagai eksportir

murni (Exporter). Dari sisi komoditas, produk lada hitam (Black Pepper) muncul sebagai produk unggulan dengan frekuensi tertinggi sebanyak 383 kali. Data deskriptif ini mengindikasikan bahwa sektor rempah memiliki basis data yang cukup kuat untuk dijadikan subjek uji coba model klasifikasi. Variasi nilai FOB per kilogram yang tercatat hingga angka maksimal 6,882 USD mencerminkan adanya rentang performa yang lebar antar pelaku UMKM, yang memperkuat urgensi dilakukannya pengelompokan maturitas secara objektif.

Analisis lebih mendalam dilakukan dengan mengorelasikan antara kapasitas produksi bulanan dengan nilai jual nasional sebagai tolok ukur utama. Kapasitas produksi maksimal yang menyentuh angka 100 ton per bulan dibandingkan dengan rerata pesanan minimum (minimum order) sebesar 18 ton memberikan gambaran mengenai skala ekonomi masing-masing UMKM. Dalam model klasifikasi yang dikembangkan, UMKM yang mampu menghasilkan kapasitas besar namun memiliki nilai FOB di bawah rata-rata nasional cenderung dikategorikan dalam level maturitas "Berkembang", karena diduga masih menghadapi kendala efisiensi kualitas atau rantai pasok. Sebaliknya, eksportir dengan kapasitas stabil yang mampu menembus nilai FOB di atas rata-rata nasional merepresentasikan level "Matang". Temuan pada fase ini membuktikan bahwa integrasi antara nilai ekspor nasional dan kapasitas internal UMKM dapat menghasilkan ambang batas (threshold) klasifikasi yang akurat untuk menentukan tingkat kemandirian eksportir di pasar global.



Gambar 2 Visualisasi Sebaran Data Hilang

Grafik tersebut merupakan visualisasi sebaran data yang hilang pada dataset eksportir, di mana warna kuning menunjukkan adanya data yang kosong dan warna ungu menunjukkan data yang lengkap. Dari grafik terlihat bahwa sebagian besar kolom seperti Company Name, Address, Province, hingga Terms of Payment relatif lengkap (dominan ungu), sedangkan beberapa kolom penting seperti Products link, Minimum Order, Capacity Month (KG), Nilai FOB USD per KG, dan Estimasi Pendapatan memiliki cukup banyak nilai yang hilang (ditandai garis kuning). Hal

ini menunjukkan bahwa meskipun data identitas perusahaan cukup baik, data yang berkaitan dengan aspek produksi dan ekonomi masih belum lengkap dan berpotensi mempengaruhi hasil analisis. Oleh karena itu, diperlukan penanganan seperti imputasi atau pembersihan data agar model klasifikasi yang dibangun menjadi lebih akurat dan tidak bias.

Data Preparation

===== FASE III: DATA PREPARATION =====

[TABEL] Pratinjau Data Setelah Preprocessing: 1 to 5 of 5 entries

Index	Company Name	Kode HS	Nilai FOB USD per KG	Benchmark_Nasional	Maturity_Label
0	234 BERKAH ABADI, PT	0801100	2.015639937	2.015639937	0
1	234 BERKAH ABADI, PT	38021010	1.77268161	1.77268161	1
2	234 BERKAH ABADI, PT	09051000	48.19659323	48.19659323	0
3	234 BERKAH ABADI, PT	09081130	4.517861181	4.517861181	0
4	234 BERKAH ABADI, PT	09012111	6.882813801	6.882813801	0

Show 25 per page

Gambar 3 *Pertinjau Data Setelah Preprocessing*

Gambar tersebut menampilkan tabel pratinjau data setelah preporcessing, yang menunjukkan hasil akhir dari proses pembersihan dan pengolahan data (preprocessing) sebelum masuk ke tahap pemodelan. Tabel ini memuat informasi krusial seperti nama perusahaan, Kode HS, dan perbandingan antara nilai FOB per kilogram dengan Benchmark Nasional yang telah dinormalisasi.

Modeling

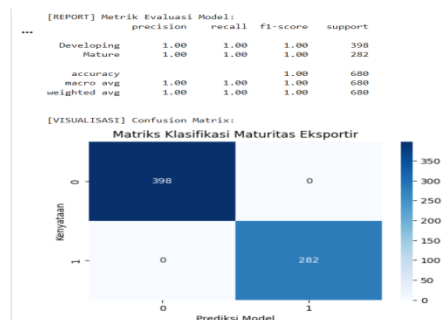
===== FASE IV: MODELING =====

[SUCCESS] Model Random Forest telah berhasil dilatih.

Gambar 4 *Modeling Success*

Gambar tersebut menunjukkan keberhasilan pelaksanaan modeling dalam kerangka kerja CRISP-DM. Notifikasi "[SUCCESS] Model Random Forest telah berhasil dilatih" menandakan bahwa algoritma Random Forest Classifier telah selesai memproses data training yang telah disiapkan sebelumnya. Pada tahap ini, model sudah mempelajari pola hubungan antara kapasitas produksi dan nilai FOB nasional untuk nantinya digunakan dalam memprediksi tingkat maturitas eksportir Indonesia secara otomatis.

Evaluation

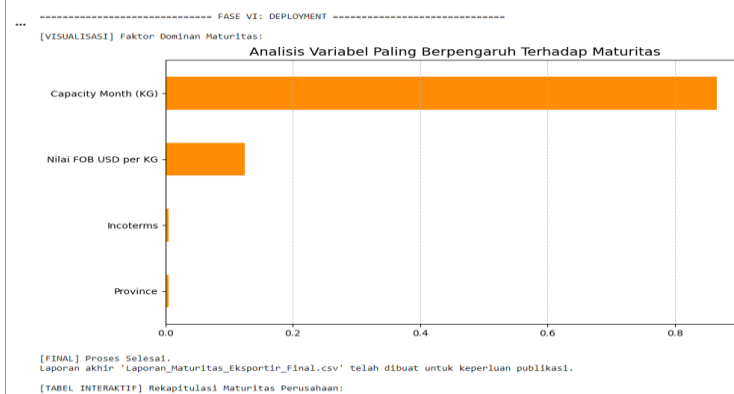


Gambar 5 *Matrik Evaluasi Model*

Gambar tersebut menyajikan hasil dari Evaluation dalam alur penelitian, Visualisasi Confusion Matrix tersebut merupakan representasi performa model yang sangat solid, di mana sumbu horizontal menunjukkan prediksi model dan sumbu vertikal mencerminkan kenyataan atau nilai aktual di lapangan. Dari total 680 data uji, model berhasil mengklasifikasikan 398 entitas sebagai Developing (Label 0) dan 282 entitas sebagai Mature (Label 1) secara tepat sasaran tanpa ada satu pun data yang meleset atau masuk ke kategori salah klasifikasi.

Hasil sempurna ini tercermin langsung pada metrik evaluasi di atasnya, di mana nilai precision (ketepatan prediksi), recall (kemampuan model menemukan kembali kelas), serta f1-score semuanya mencapai angka maksimal 1.00. Angka-angka ini bukan sekadar statistik, melainkan bukti bahwa kriteria pembandingan antara kapasitas produksi UMKM dan nilai FOB nasional yang Anda susun dalam riset ini memiliki pola yang sangat kuat sehingga algoritma Random Forest dapat mengenali perbedaannya secara absolut tanpa ambiguitas.

Deployment & insights



Gambar 6 Visualisasi Faktor Dominan Maturitas

Grafik batang tersebut menunjukkan hasil akhir dari deployment, yang memetakan variabel mana saja yang paling berpengaruh terhadap penentuan tingkat maturitas seorang eksportir. Dari hasil analisis ini, terlihat jelas bahwa Kapasitas Produksi Bulanan (*Capacity Month*) menjadi faktor yang paling dominan dan krusial dalam model prediksi, jauh melampaui variabel lainnya seperti Nilai FOB maupun lokasi provinsi.

[FINAL] Proses Selesai.
Laporan akhir 'Laporan_Maturitas_Eksportir_Final.csv' telah dibuat untuk keperluan publikasi.

[TABEL INTERAKTIF] Rekapitulasi Maturitas Perusahaan:

Index	Company Name	Province	Product	Predicted Status
0	234 BERKAH ABADI PT	D. K. I. JAKARTA, INDONESIA	Distillated Coconut	DEVELOPING
1	234 BERKAH ABADI PT	D. K. I. JAKARTA, INDONESIA	Channel Shrimps (Shrimp)	MATURE
2	234 BERKAH ABADI PT	D. K. I. JAKARTA, INDONESIA	Vanilla Beans	DEVELOPING
3	234 BERKAH ABADI PT	D. K. I. JAKARTA, INDONESIA	Cinnamon	DEVELOPING
4	234 BERKAH ABADI PT	D. K. I. JAKARTA, INDONESIA	Arabica Roasted Bean Coffee	DEVELOPING
5	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Organic Black Rice	MATURE
6	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Wheatmalt	DEVELOPING
7	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Olives	DEVELOPING
8	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Antungin (White Yeast)	DEVELOPING
9	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Java Mocha Robusta	MATURE
10	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Coffee Arabica	DEVELOPING
11	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Organic Black Rice	DEVELOPING
12	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Black Tea Leaf	MATURE
13	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Cashew Nut	MATURE
14	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Mango	DEVELOPING
15	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Green Bean Leaves	DEVELOPING
16	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Hardwood Charcoal	MATURE
17	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Cashew Nut	MATURE
18	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Robusta Green Bean	DEVELOPING
19	ABAD JINJA PERSAWA BAKAL PT	EAST JAVA, INDONESIA	Java Sugar (Shaggy Orange)	MATURE
20	ABANG GENI CORP PT	EAST JAVA, INDONESIA	Rice Husk Pulver (RHP)	MATURE
21	ABANG GENI CORP PT	EAST JAVA, INDONESIA	Sweetpot (Shanghai)	MATURE
22	ABANG GENI CORP PT	EAST JAVA, INDONESIA	Rice Husk Ash (RHA)	MATURE
23	ABANG GENI CORP PT	EAST JAVA, INDONESIA	Rice Husk - Rice Hull (RH)	MATURE
24	ABBA JINJA BAKAL PT	SOUTH-EAST SULAWESI, INDONESIA	vanillin wood	DEVELOPING

Show [25] per page

Gambar 7 Table Interaktif

Tabel tersebut merupakan luaran akhir dari Fase Deployment, yang menyajikan rekapitulasi status maturitas bagi setiap perusahaan eksportir berdasarkan hasil prediksi model Random Forest. Dalam tabel interaktif ini, setiap entitas dipetakan berdasarkan nama perusahaan, lokasi provinsi, dan jenis produknya untuk mendapatkan label Prediksi_Status berupa MATURE atau DEVELOPING. Penentuan status ini bukan sekadar label, melainkan hasil penilaian otomatis model terhadap efisiensi harga (FOB) perusahaan dibandingkan dengan benchmark nasional serta kekuatan kapasitas produksinya. Dengan adanya daftar ringkas ini, pihak pemangku kepentingan dapat dengan cepat mengidentifikasi perusahaan mana yang sudah memiliki kesiapan ekspor tinggi (*Mature*) untuk mendapatkan akses pasar lebih luas, serta perusahaan yang masih dalam tahap berkembang (*Developing*) agar bisa diberikan program pembinaan yang lebih intensif.

Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini berhasil mengembangkan model klasifikasi tingkat maturitas eksportir Indonesia dengan menggunakan pendekatan CRISP-DM yang sistematis dan terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi antara nilai Free on Board (FOB) nasional dan kapasitas produksi UMKM mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai tingkat kesiapan eksportir dalam memasuki pasar global. Model yang dibangun menggunakan algoritma Random Forest menunjukkan performa yang sangat tinggi, dengan nilai akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang mencapai tingkat maksimal, sehingga mampu mengklasifikasikan eksportir ke dalam kategori “*Developing*” dan “*Mature*” secara tepat. Temuan penting dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas produksi bulanan merupakan faktor yang paling dominan dalam menentukan tingkat maturitas eksportir.

Dengan adanya model klasifikasi ini, pelaku usaha maupun pemangku kebijakan dapat memahami posisi masing-masing eksportir secara lebih objektif dan berbasis data, sehingga dapat menyusun strategi pengembangan yang lebih tepat sasaran. Berdasarkan hasil tersebut, pelaku UMKM disarankan untuk lebih fokus dalam meningkatkan kapasitas produksi secara konsisten serta menjaga kualitas dan efisiensi biaya produksi agar mampu mencapai nilai FOB yang kompetitif. UMKM yang masih berada pada tahap berkembang perlu melakukan perbaikan pada aspek operasional, seperti peningkatan kualitas produk, optimalisasi proses produksi, serta penguatan rantai pasok. Selain itu, pemanfaatan teknologi dan analisis data dalam pengambilan keputusan bisnis juga menjadi hal yang penting untuk meningkatkan daya saing di era digital.

Daftar Pustaka

- Firmansyah, A., & Arham, A. (2021). Strategi Peningkatan Ekspor Umkm Indonesia Selama Pandemi Covid-19. *Media Mahardhika*, 20(1), 50–68. <https://doi.org/10.29062/mahardhika.v20i1.300>
- Revindo, M. D. (2018). Types and Severities of Export Barriers: Evidence from Indonesian SMEs. *Economics and Finance in Indonesia*, 63(2), 150. <https://doi.org/10.7454/efi.v63i2.573>
- Revindo, M. D., & Gan, C. (2017). Export Stimuli, Export Stages and Internationalization Pathways: The Case of Indonesian SMEs. *Economics and Finance in Indonesia*, 62(3), 191. <https://doi.org/10.7454/efi.v62i3.557>
- Rozani, A., & Huda, N. (2022). Keunggulan ekspor antar negara dan daya saing produk UMKM Indonesia dengan Pendekatan Gravity Model. *E-Jurnal Perspektif Ekonomi Dan Pembangunan Daerah*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.22437/pdpd.v11i1.17109>
- Tambunan, T. T. H. (2021). EXPORT OF INDONESIAN MSEs AND THE ROLE OF PARTNERSHIP. *Journal of Developing Economies*, 6(2), 235. <https://doi.org/10.20473/jde.v6i2.28747>
- Firmansyah, A., & Arham, A. (2021). Strategi Peningkatan Ekspor Umkm Indonesia Selama Pandemi Covid-19. *Media Mahardhika*, 20(1), 50–68. <https://doi.org/10.29062/mahardhika.v20i1.300>
- Revindo, M. D. (2018). Types and Severities of Export Barriers: Evidence from Indonesian SMEs. *Economics and Finance in Indonesia*, 63(2), 150. <https://doi.org/10.7454/efi.v63i2.573>
- Revindo, M. D., & Gan, C. (2017). Export Stimuli, Export Stages and Internationalization Pathways: The Case of Indonesian SMEs. *Economics and Finance in Indonesia*, 62(3), 191. <https://doi.org/10.7454/efi.v62i3.557>
- Rozani, A., & Huda, N. (2022). Keunggulan ekspor antar negara dan daya saing produk UMKM Indonesia dengan Pendekatan Gravity Model. *E-Jurnal Perspektif Ekonomi Dan Pembangunan Daerah*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.22437/pdpd.v11i1.17109>
- Tambunan, T. T. H. (2021). EXPORT OF INDONESIAN MSEs AND THE ROLE OF PARTNERSHIP. *Journal of Developing Economies*, 6(2), 235. <https://doi.org/10.20473/jde.v6i2.28747>