

**IMPLEMENTASI K-MEANS *CLUSTERING* UNTUK
PENGELOMPOKAN NEGARA TUJUAN
EKSPOR BESI BAJA INDONESIA**

SKRIPSI

**OLEH
MUHAMMAD SULTHON ARIFI
NIM. 19610106**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2024**

**IMPLEMENTASI K-MEANS *CLUSTERING* UNTUK
PENGELOMPOKAN NEGARA TUJUAN
EKSPOR BESI BAJA INDONESIA**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Muhammad Sulthon Arifi
NIM. 19610106**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2024**

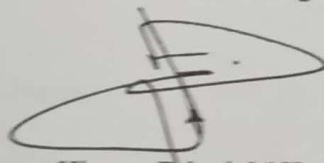
**IMPLEMENTASI K-MEANS *CLUSTERING* UNTUK
PENGELOMPOKAN NEGARA TUJUAN
EKSPOR BESI BAJA INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh
Muhammad Sulthon Arifi
NIM. 19610106

Telah Disetujui Untuk Diuji
Malang, 19 Juni 2024

Dosen Pembimbing I



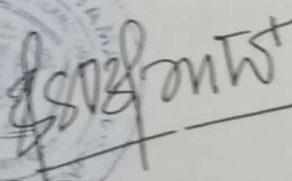
Hisyam Fahmi, M.Kom.
NIP. 19890727 201903 1 018

Dosen Pembimbing II



Mohammad Nafie Jauhari, M.Si.
NIPPPK. 19870218 202321 1 018

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika




Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005

**IMPLEMENTASI K-MEANS CLUSTERING UNTUK
PENGELOMPOKAN NEGARA TUJUAN
EKSPOR BESI BAJA INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh
Muhammad Sulthon Arifi
NIM. 19610106

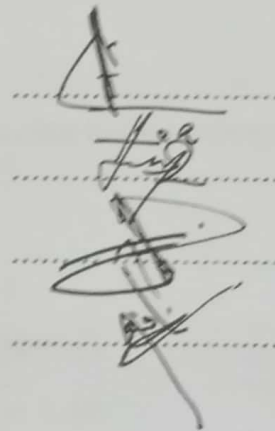
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal, 19 Desember 2024

Ketua Penguji : Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si.

Anggota Penguji I : Dr. Fachrur Rozi, M.Si.

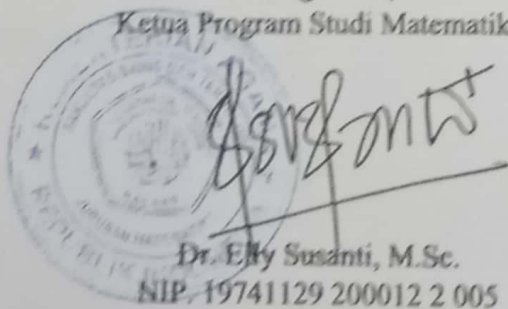
Anggota Penguji II : Hisyam Fahmi, M.Kom.

Anggota Penguji III : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si.



Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Sulthon Arifi
NIM : 19610106
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Implementasi K-Means *Clustering* Untuk Pengelompokan
Negara Tujuan Ekspor Besi Baja Indonesia

Menyatakan dengan sebenar-benarnya Selain mencantumkan nama penulis asli dalam daftar pustaka, saya menyatakan dengan tegas bahwa skripsi ini sepenuhnya merupakan hasil karya orisinal saya dan tidak merupakan gabungan dari informasi, karya, atau gagasan pihak lain. Saya siap bertanggung jawab atas segala konsekuensi yang timbul jika di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tesis ini mengandung unsur jiplakan.

Malang, 19 Desember 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Muhammad Sulthon Arifi
NIM. 19610106

MOTTO

“ Sesungguhnya Allah Tidak Akan Mengubah Keadaan Suatu Kaum Sebelum Mereka Mengubah Keadaan Diri Mereka Sendiri “
(Ar-Ra’d : 11)

PERSEMBAHAN

Dengan ucapan *Bismillahirrahmanirrahim*, segala puji bagi Allah SWT dan dengan penuh keikhlasan, penulis mempersembahkan tulisan ini kepada: Sembah sujud serta rasa syukur kepada Allah SWT, atas limpahan Rahman, Rahim-Nya yang telah memberikan kekuatan, semangat dan hidayah kepada penulis sehinggalah skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar dan baik.

Kedua orang tua penulis terutama kepada ayah yang telah meninggal Alm. Bapak Achmad Syamsudin dan Ibu tercinta Ibu Wahyun Nadhiroh yang telah membantu, mensupport, dan mendoakan penulis di sepanjang waktu. Karya sederhana ini saya persembahkan dengan tulus kepada Bapak dan Ibu.

Karya ini juga saya persembahkan kepada seluruh saudara, teman, dan kerabat yang telah membantu serta memberikan dukungan hingga karya ini dapat diselesaikan.

Para dosen pembimbing, para dosen yang telah membagi ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ini.

Kepada seorang yang selalu menjadi penyemangat dan alasan untuk terus melangkah. Terima kasih atas dukungan, motivasi, dan kesabaran yang telah diberikan untuk terus menyemangati penulis hingga saat ini.

Dan terakhir kepada Muhammad Sulthon Arifi, sang penulis yang terus bertahan dan terus melangkah walaupun kadang terhenti, terima kasih dan tetaplah terus berjuang.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Atas rahmat, taufik dan hidayah-Nya, beserta segala kerendahan hati penulis ingin mengawali kata pengantar ini dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT. yang telah menganugerahkan umur yang panjang, sehat selalu dan tercipta kondisi yang kondusif bagi penulis untuk menyelesaikan proposal skripsi dengan topik “Implementasi K-Means *Clustering* Untuk Pengelompokan Negara Tujuan Ekspor Besi Baja Indonesia ” sebagai sebuah tugas akhir dalam perjalanan untuk memperoleh gelar sarjana matematika. Sholawat serta salam tidak lupa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW., pembawa cahaya Islam, yang mencerahkan umat manusia dari masa jahiliyah hingga zaman terang benderang yaitu Islam.

Penyusunan skripsi ini tidak luput dari keterlibatan berbagai belah pihak berupa bimbingan, arahan, semangat, maupun dorongan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc., selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Ari Kusumastuti, M.Si., M.Pd., selaku dosen wali yang telah memberikan nasehat, arahan dan motivasi kepada penulis selama masa kuliah di UIN Malang
5. Bapak Hisyam Fahmi, M.Kom., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, solusi, nasihat, serta ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan baik.
6. Bapak Mohammad Nafie Jauhari, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu kepada penulis.

7. Bapak Dr. Fachrur Rozi, M.Si., Sebagai Penguji I dalam ujian skripsi yang telah memberikan arahan, kritik, saran juga ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
8. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Orang tua tercinta, Almarhum ayah penulis Achmad Syamsudin, dan Ibu penulis Wahyun Nadhiroh serta segenap keluarga yang tidak berhenti dalam memberikan motivasi, semangat, dan dukungan.
10. Seluruh keluarga besar Teater K2 yang sudah mensupport, memberikan pencerahan, dan memberikan semangat agar terus berusaha dan pantang menyerah sehingga dapat menyelesaikan proposal dengan baik
11. Untuk rekan penulis yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membantu, memberikan semangat, motivasi sehingga penulis terus berusaha menyelesaikan proposal ini dengan sangat baik
12. Terima kasih kepada seluruh mahasiswa program studi Matematika angkatan 2019 yang telah memberikan motivasi, semangat, dukungan, serta nasihat yang sangat berarti selama proses penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa terdapat keterbatasan dalam kemampuan penyusunan skripsi ini, oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran yang konstruktif. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat baik bagi pembaca maupun penulis, serta menjadi wawasan baru, khususnya dalam bidang matematika.

Malang, 19 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Daftar Istilah	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
2.1 Analisis <i>Clustering</i>	7
2.2 K-Means <i>Clustering</i>	7
2.3 Evaluasi <i>Cluster</i>	9
2.4 Ekspor	10
2.5 Integrasi Topik dengan Al-Quran	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Jenis Penelitian.....	14
3.2 Data dan Sumber Data	14
3.3 Teknik Analisis Data.....	14
3.3.1 Analisis Deskriptif	14
3.3.2 Analisis <i>Clustering</i>	15
3.3.3 Evaluasi <i>Cluster</i>	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Analisis Deskriptif	17
4.2 K-Means <i>Clustering</i>	19
4.2.1 Menggunakan Dua Negara Acak.....	20
4.2.2 Menggunakan Nilai Secara Acak	25
4.3 Evaluasi Hasil <i>Cluster</i>	30
4.4 Kajian Keislaman.....	33
BAB V PENUTUP.....	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN.....	39

RIWAYAT HIDUP	43
----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Gambar Grafik Nilai <i>Silhouette</i> Centroid 2 Negara	31
Gambar 4.2 Gambar Grafik Nilai <i>Silhouette</i> Centroid Nilai Acak.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Jumlah Ekspor Besi Baja 10 Negara pada Tahun 2012-2021 (ribuan ton).....	17
Tabel 4.2	Statistik Deskriptif Data Ekspor Besi/Baja ke Berbagai Negara dari Tahun 2012 - 2021	19
Tabel 4.3	Perhitungan Titik Pusat <i>Cluster</i> (Centroid).....	20
Tabel 4.4	Jarak Data dengan Setiap Cluster	21
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Centroid Baru	21
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Jarak Data dengan <i>Centroid</i> Iterasi Ke 2.....	22
Tabel 4.7	Hasil <i>Centroid</i> Baru Pada Iterasi Ke 3	23
Tabel 4.8	Tabel Jarak Data Iterasi Ke 3	23
Tabel 4.9	Tabel <i>Centroid</i> Baru Iterasi Ke 4	24
Tabel 4.10	Tabel Jarak Data Pada Iterasi Ke 4	25
Tabel 4.11	Perhitungan Titik Pusat <i>Cluster</i> (<i>Centroid</i>) Secara Acak	26
Tabel 4.12	Jarak Data dengan Setiap <i>Cluster</i>	26
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan <i>Centroid</i> Baru	27
Tabel 4.14	Jarak Data dengan Setiap <i>Cluster</i> Iterasi Ke 2.....	28
Tabel 4.15	Hasil Perbandingan <i>Centroid</i> Baru Pada Iterasi Ke 3	29
Tabel 4.16	Jarak Data dengan Setiap <i>Cluster</i>	29
Tabel 4.17	Perhitungan Nilai <i>Silhouette</i>	31

ABSTRAK

Sulthon Arifi, Muhammad. 2024. **Implementasi K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Negara Tujuan Ekspor Besi Baja Indonesia**. Skripsi. Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Hisyam Fahmi, M.Kom. (II) Mohammad Nafie Jauhari, M. Si.

Kata kunci: K-means, *Clustering*, *Silhouette Coefficient*, Ekspor Besi Baja.

K-Means Clustering merupakan salah satu metode pengelompokan data yang efektif untuk menganalisis pola dan karakteristik dalam data yang kompleks. Dalam penelitian ini, *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan negara tujuan ekspor berdasarkan volume dan nilai ekspor. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah *cluster* yang optimal dan implementasinya dalam data ekspor besi baja ke negara tujuan utama Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah *cluster* yang optimal adalah $K = 2$, dengan nilai *silhouette coefficient* tertinggi sebesar 0,2156 untuk *centroid* 2 negara dan 0,6357 untuk *centroid* nilai acak. Dengan salah satu *cluster* berisi negara Tiongkok dengan nilai ekspor yang tinggi dan *cluster* lainnya berisi negara yang lain dengan jumlah ekspor yang lebih rendah dari Tiongkok. Penerapan metode ini memberikan wawasan strategis dalam mengembangkan pasar ekspor besi baja Indonesia. Dengan pengelompokan yang jelas, strategi ekspor dapat difokuskan pada negara-negara dalam setiap *cluster*.

ABSTRACT

Sulthon Arifi, Muhammad. 2024. **Implementation Of K-Means Clustering For Geouping Indonesia's Steel Export Destination Countries**. Undergraduate Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Hisyam Fahmi, M.Kom. (II) Mohammad Nafie Jauhari, M. Si.

Keywords: K-means, Clustering, Silhouette Coefficient, Steel Exports.

K-Means Clustering is one of the most effective data clustering methods for analyzing patterns and characteristics in complex datasets. In this study, K-Means Clustering is applied to group export destination countries based on export volume and value. This research aims to determine the optimal number of clusters and their implementation in export data for steel to Indonesia's main destination countries. The results show that the optimal number of clusters is $K = 2$, with the highest silhouette coefficient value of 0.2156 for the centroid of two countries and 0.6357 for random value centroids. One of the clusters includes China, which has a high export value, while the other cluster contains other countries with lower export values than China. The application of this method provides strategic insights for developing Indonesia's steel export market. With clear clustering, export strategies can be focused on the countries within each cluster.

مستخلص البحث

سلطان العريفي، محمد. 2024. تطبيق نظام *K-Means Clustering* لتجميع مجموعة دول المقصد لصادرات الحديد والصلب الإندونيسية. البحث العلمي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: هشام فهمي، م. الماجستير، المشرف الثاني: محمد نافع جوهري، الماجستير.

الكلمات المفتاحية : *K-Means Clustering, Silhouette Coefficient*، صادرات الصلب.

يعد تجميع *K-Means Clustering* هو من إحدى الأساليب لتجميع البيانات الفعالية لتحليل الأنماط والخصائص في البيانات المعقدة. في هذه الدراسة، تم استخدام تجميع *K-Means Clustering* لتجميع دول وجهة التصدير على أساس الحجم وقيمة التصدير. هدفت هذه الدراسة إلى تحديد العدد الأمثل للمجموعات وتطبيقها في بيانات صادرات الصلب إلى الدول المقصدة الرئيسية في إندونيسيا. وظهرت النتائج أن العدد الأمثل للمجموعات هو $K = 2$ ، مع أعلى القيمة لمعامل الصورة الظلية تبلغ 0.2156 لمركزية دولتين و0.6357 لمركزية القيمة العشوائية. مع احتواء إحدى المجموعتين على الصين ذات القيمة التصديرية العالية، واحتواء المجموعة الأخرى على الدول الأخرى لها قيمة تصديرية أقل من الصين. يوفر تطبيق هذه الطريقة لرؤية استراتيجية في تطوير السوق لتصدير الصلب في إندونيسيا. ومع التجميع الواضح، يمكن تركيز استراتيجيات التصدير في دول داخل كل مجموعة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu strategi analisis data untuk menyelesaikan permasalahan pengelompokan data adalah dengan teknik *K-Means Clustering*. *K-Means Clustering* adalah teknik yang umum digunakan yang dapat mengelompokkan data dalam jumlah besar secara efektif dan cepat (Hartanti, 2020). Salah satu metode pengumpulan data yang meningkatkan konsistensi data dalam suatu *cluster* adalah algoritma K-Means (Sari et al., 2018). Algoritma *K-Means* telah banyak digunakan dan memiliki kecepatan pemrosesan yang relatif cepat, mudah beradaptasi, dan dikenal mudah diterapkan (Maori & Evanita, 2023).

Dalam implementasinya, algoritma *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan tertentu. Salah satunya dapat diterapkan dalam pengelompokan negara tujuan ekspor besi baja Indonesia. Algoritma ini dapat membantu mengelompokkan negara-negara yang memiliki karakteristik serupa ke dalam kelompok yang sama. Hasilnya memberikan gambaran yang jelas tentang pola perdagangan, sehingga memudahkan dalam menentukan prioritas pasar dan strategi yang lebih tepat.

Pasar internasional yang semakin kompetitif akibat globalisasi menuntut negara produsen, termasuk Indonesia, untuk meningkatkan nilai dan volume ekspor demi mempertahankan posisi di pasar global (Setiawan, 2018). Dengan memahami pola pengelompokan negara tujuan melalui algoritma *K-Means*, kita dapat memanfaatkan peluang yang ada secara lebih efektif. Hal ini tidak hanya

mendukung peningkatan ekspor besi baja, tetapi juga membantu dalam memaksimalkan daya saing di sektor perdagangan internasional yang semakin kompleks. Upaya ini menjadi semakin penting mengingat besi dan baja merupakan komoditas strategis yang tidak hanya berperan dalam perdagangan, tetapi juga mendukung berbagai sektor pembangunan di Indonesia.

Besi dan baja merupakan dua komoditas strategis terpenting Indonesia yang diupayakan agar tetap berdaya saing. Kementerian Perindustrian (2014) menegaskan bahwa sektor besi dan baja mempunyai peranan penting dalam menyediakan sumber daya penting bagi kemajuan berbagai industri. Sektor ini merupakan industri strategis yang memberikan kontribusi signifikan terhadap penyediaan material yang diperlukan untuk pembangunan infrastruktur, antara lain jalan, jembatan, gedung, jaringan listrik, dan telekomunikasi. Selain itu, sektor besi dan baja memberikan kontribusi terhadap pembuatan alat-alat transportasi seperti kereta api dan relnya, kapal laut, dan kendaraan bermotor, serta barang modal seperti mesin pabrik, bahan penolong, dan suku cadang. Selain itu, ada hubungan antara industri ini dan senjata api. Mengingat fungsinya yang krusial, keberadaan industri besi dan baja menjadi salah satu elemen strategis dalam mendorong kesejahteraan nasional.

Ekspor besi baja memiliki peranan penting dalam meningkatkan perekonomian di Indonesia. Sebagai salah satu produsen baja terbesar di dunia, Indonesia memiliki potensi besar untuk meningkatkan ekspor baja sebagai sumber pendapatan yang besar dan membantu perluasan perekonomian nasional. Penelitian ini berfokus pada penerapan *K-Means clustering* pada kelompok negara tujuan ekspor besi dan baja Indonesia. Data Ekspor Besi/Baja Menurut Negara

Tujuan Utama Tahun 2012–2021 (Badan Pusat Statistika, 2023) merupakan sumber data yang dipakai pada penelitian ini. Dengan menggunakan pendekatan ini, penelitian ini akan mengidentifikasi kelompok yang dapat dihasilkan dalam data ini. Oleh karena itu, temuan penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan temuan-temuan penting dan memberikan informasi penting tentang kelompok negara dengan jumlah ekspor yang sama sehingga untuk kedepannya ekspor besi baja Indonesia akan semakin terarah.

Penelitian ini sejalan dengan Al-Quran surat At-Taubah ayat 105 yang berbunyi:

وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللّٰهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ اِلَىٰ عِلْمِ الْغَيْبِ
وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ

yang artinya:

“Katakanlah (Nabi Muhammad), “Bekerjalah! Maka, Allah, rasul-Nya, dan orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu. Kamu akan dikembalikan kepada (Zat) yang mengetahui yang gaib dan yang nyata. Lalu, Dia akan memberitakan kepada kamu apa yang selama ini kamu kerjakan.”

Ayat di atas menggambarkan tentang betapa pentingnya penilaian yang berasal dari Allah, Rasul-Nya, dan juga dari orang-orang mukmin terhadap prestasi atau perbuatan hamba-Nya. Pada waktu yang telah ditentukan, di akhirat kelak, segala prestasi ini akan diungkapkan dan dipaparkan secara terbuka tanpa ada yang tersembunyi, baik yang nampak maupun yang tersembunyi. Dengan kata lain, setiap tindakan yang dilakukan oleh seseorang pasti akan diumumkan atau dilaporkan sepenuhnya sesuai dengan kebenarannya (Kurniawan, 2019). Penelitian ini akan memberikan hasil berupa wawasan tentang kelompok yang

terbentuk dari negara tujuan utama ekspor besi baja Indonesia pada tahun 2012-2021.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang menjadi dasar bagi penulis untuk melakukan penelitian ini. Pertama, penelitian oleh Amalina, dkk. (2022) dengan judul “*Metode K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Penjualan Produk Frozen Food*” yang membahas penerapan metode *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan data penjualan berdasarkan karakteristik produk. Kedua, penelitian oleh Maori & Evanita (2023) berjudul “*Metode Elbow Dalam Optimasi Jumlah Cluster Pada K-Means Clusteting*” yang mengulas penerapan metode Elbow untuk menentukan jumlah *cluster* optimal. Ketiga penelitian oleh Paembonan & Abduh (2021) berjudul “*Penerapan Metode Silhouette Coefficient Untuk Evaluasi Clustering Obat*” yang mengaplikasikan metode tersebut untuk mengevaluasi hasil *clustering* data obat. Berdasarkan pemaparan di atas, penelitian ini memiliki signifikansi penting dalam menerapkan metode *K-Means Clustering* untuk mengetahui kelompok yang terbentuk dalam negara tujuan ekspor besi baja Indonesia tahun 2012-2021. Sehingga dirumuskan penelitian yang berjudul “*Implementasi K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Negara Tujuan Ekspor Besi Baja Indonesia*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan pada latar belakang sebelumnya, maka diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana hasil penerapan analisis *clustering* dengan metode *k-means* dapat digunakan untuk mengelompokkan data ekspor besi baja Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diberikan sebelumnya, Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil penerapan analisis *clustering* dengan metode *k-means* dapat digunakan untuk mengelompokkan data ekspor besi baja Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi penulis

Sebagai sarana untuk memperoleh pengetahuan dan informasi baru serta untuk mengembangkan wawasan ilmu yang telah dipelajari.

2. Bagi masyarakat luas

Sebagai wawasan mengenai perbandingan jumlah ekspor besi baja di Indonesia pada tahun 2012 - 2021.

3. Bagi peneliti selanjutnya

Dapat digunakan sebagai alternatif metode untuk menetapkan sebuah *cluster*.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu menggunakan Data Ekspor Besi/Baja Menurut Negara Tujuan Utama, 2012-2021 (Badan Pusat Statistika, 2023). Variabel yang digunakan yaitu 10 negara tujuan ekspor besi baja yaitu : Tiongkok, Korea Selatan, India, Singapura, Thailand, Australia, Malaysia, Uni Emirat Arab, Taiwan, Amerika Serikat, dari Tahun 2012-2021

1.6 Daftar Istilah

1. *Clustering*

Suatu proses pengelompokan data atau objek yang mempunyai kesamaan berdasarkan kriteria tertentu.

2. *K-Means*

Algoritma untuk mengelompokkan data dengan cara memperbanyak data dalam satu *cluster*.

3. *Centroid*

Nilai pusat atau (*center*) dari sebuah *cluster*.

4. *Euclidean Distance*

Perhitungan untuk mengukur jarak antara dua titik dalam *euclidean space* yang mempelajari hubungan antara sudut dan jarak.

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Analisis Clustering

Metode analisis *cluster* yakni teknik statistik untuk mengelompokkan objek atau data kedalam kelompok (*cluster*) berdasarkan kemiripan atau kesamaan diantara mereka. Metode ini membantu memperoleh wawasan dari data visual untuk melihat, mempelajari, dan memvalidasi sebuah hipotesis. Tujuan dari analisis cluster adalah menemukan kelompok objek dengan perubahan perubahan perilaku yang memiliki karakteristik dalam kontrol yang sama (Gatto & Awangga, 2023).

Teknik *Clustering* merupakan metode dalam analisis data yang digunakan dalam menyelesaikan masalah pengelompokan data. Metode yang sering digunakan adalah metode K-Means, yang mampu mengelompokkan data dalam jumlah besar secara cepat dan efisien. Namun, kelemahan dari metode K-Means terletak dalam ketergantungannya pada proses menentukan awal pusat *cluster*. Oleh karena itu, hasil *clustering* menggunakan metode ini akan lebih optimal jika penentuan pusat *cluster* dilakukan dengan akurat (Maori & Evanita, 2023).

2.2 K-Means Clustering

Algoritma K-Means adalah metode klasterisasi yang berguna untuk membagi data ke dalam beberapa kelompok (*cluster*). Teknik ini termasuk dalam kategori pengelompokan data non-hierarki (partisi), yang memungkinkan data dibagi menjadi dua kelompok atau lebih. (Maori & Evanita, 2023). Data dengan

kualitas serupa disatukan dalam satu cluster, sedangkan data dengan fitur berbeda dikelompokkan dalam *cluster* berbeda, sesuai dengan pendekatan *K-Means*. (Amalina et al., 2022). *Clustering* digunakan untuk memaksimalkan fungsi tujuan proses yang ditunjuk. Pengelompokan sering kali bertujuan untuk meningkatkan perbedaan antar kelompok sekaligus mengurangi variasi dalam suatu kelompok (Maori & Evanita, 2023). Tahapan-tahapan yang terdapat dalam algoritma K-Means adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan nilai K, yaitu jumlah *cluster* yang akan dibentuk.
2. Menentukan titik pusat *cluster* (*C*) awal secara acak
3. Setelah menentukan titik pusat *cluster*, langkah berikutnya adalah menghitung jarak setiap data ke masing-masing *centroid* menggunakan rumus *Euclidian distance*.

$$D_{(x_i, c_k)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2} \quad (1)$$

Keterangan :

$D_{(x_i, c_k)}$ = Jarak antara negara ke – i dengan titik pusat *cluster* ke – k

x_{ij} = Jumlah ekspor pada negara ke – i pada tahun ke – j

c_{kj} = Nilai titik pusat *cluster* ke – k pada tahun ke – j

n = Banyaknya tahun

Setelah menghitung jarak setiap data, langkah berikutnya adalah mengelompokkan data berdasarkan jarak terdekat antara data dan *cluster*

4. Menentukan pusat *cluster* yang baru dengan menghitung rata-rata nilai data dalam masing-masing *cluster*. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut :

$$C_k = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{\sum X} \quad (2)$$

Keterangan :

x = Nilai record data ($x = 1, 2, 3, \dots, n$)

$\sum X$ = Jumlah record data

2.3 Evaluasi Cluster

Kualitas hasil *clustering* dapat dievaluasi menggunakan metode *silhouette*. Metode ini mengukur kualitas *cluster* dengan menggabungkan dua aspek, yaitu *cohesion* dan *separation*. Pemisahan ditentukan dengan menghitung jarak rata-rata antara masing-masing objek dalam suatu cluster dengan cluster terdekatnya, sedangkan kohesi ditentukan dengan menghitung derajat kedekatan antar seluruh objek dalam suatu cluster. (Paembonan & Abduh, 2021). Langkah pertama dalam menghitung *silhouette coefficient* adalah menentukan jarak rata-rata antara data ke- i dengan seluruh data dalam *cluster* yang sama (diasumsikan data ke- i berada di *cluster* A). Nilai ini dilambangkan $a(i)$ yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Hidayati et al., 2021):

$$a(i) = \frac{1}{|A|-1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j) \quad (3)$$

Dimana,

$a(i)$ = Perbedaan rata-rata pada data ke- i ke semua data lain di *cluster* A

Nilai $b(i)$, atau jarak rata-rata minimal antara data ke- i dan seluruh data di cluster selain cluster A, kemudian harus ditentukan. Cluster C, misalnya, adalah cluster lainnya. Rumus berikut digunakan untuk mendapatkan jarak rata-rata antara data ke- i dengan seluruh data di cluster C :

$$d(i, C) = \frac{1}{|C|} \sum_{j \in C} d(i, j) \quad (4)$$

Di mana $C = \text{Cluster}$ lain selain *cluster A*

Setelah menghitung $d(i,C)$ untuk semua *cluster* $C \neq A$, langkah berikutnya adalah memilih nilai jarak terkecil sebagai nilai $b(i)$.

$$b(i) = \min_{C \neq A} d(i, C) \quad (5)$$

Jika *cluster B* memiliki nilai jarak minimum, maka $d(i,B) = b(i)$ yang disebut sebagai tetangga dari data ke- i dan dianggap sebagai *cluster* terbaik kedua setelah *cluster A* untuk data tersebut. Setelah $a(i)$ dan $b(i)$ diperoleh, langkah terakhir adalah menghitung *silhouette coefficient* dengan menggunakan rumus berikut :

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max[a(i) - b(i)]} \quad (6)$$

Nilai $s(i)$ berada antara -1 dan 1, dimana setiap nilai diinterpretasi sebagai berikut :

$s(i) \approx 1 \Rightarrow$ Data ke- i digolongkan dengan baik (dalam A)

$s(i) \approx 0 \Rightarrow$ Data ke- i berada di tengah antara dua *cluster* (A dan B)

$s(i) \approx -1 \Rightarrow$ Data ke- i digolongkan dengan lemah (dekat ke *cluster B* daripada A)

2.4 Ekspor

Perdagangan internasional merupakan satu dari banyaknya aktivitas yang timbul karena proses globalisasi dunia. Dalam konteks globalisasi, negara-negara saling terikat dan bersaing dalam berbagai bidang, termasuk perdagangan internasional (Carolina & Aminata, 2019). Saat ini, pasar internasional berada dalam era globalisasi yang berakibat pada peningkatan persaingan dalam perdagangan internasional. Oleh karena itu, seluruh negara produsen harus

melakukan peningkatan nilai dan jumlah ekspornya, salah satunya Indonesia untuk bersaing dengan efektif pada pasar perdagangan internasional (Setiawan, 2018).

Menurut Peraturan Menteri Perdagangan (Permendag) Republik Indonesia No. 19 Tahun 2021 tentang Kebijakan dan Pengaturan Ekspor, ekspor diartikan sebagai aktivitas membawa barang keluar dari daerah pabean. Dalam peraturan tersebut, daerah pabean didefinisikan sebagai wilayah negara Republik Indonesia yang meliputi daratan, ruang udara di atasnya, lautan, dan wilayah tertentu dalam zona ekonomi eksklusif dan landas kontinen yang diatur dengan peraturan perundang-undangan kepabeanan.. Secara sederhana, ekspor adalah aktivitas pengiriman barang keluar Indonesia untuk tujuan komersial. Tidak ada ketentuan mengenai jumlah atau volume minimum, sehingga baik sedikit maupun banyak, tetap dianggap sebagai kegiatan ekspor (Mahyuddin & Hidayat, 2022).

Ekspor bisa dikatakan sebagai pengiriman dan penjualan barang produksi dalam negeri menuju negara lain. Ekspor berarti proses jual barang atau jasa hasil produksi dari dalam negeri untuk dikirim ke luar negeri atau negara lain. Tingginya ekspor juga berakibat pada terserapnya seluruh tenaga kerja negara hingga dapat mengurangi pengangguran serta meningkatnya pendapatan per kapita suatu negara sehingga meningkatkan daya beli. Sedangkan kegiatan impor merupakan pembelian barang yang dikirim dari luar negeri ke dalam negeri. Tingginya nilai impor dapat mengakibatkan penurunan produksi dalam negeri, pekerja perusahaan di PHK, meningkatnya pengangguran dan menurunnya pendapatan hingga melemahkan daya beli masyarakat (Pailaya et al., 2022).

2.5 Integrasi Topik dengan Al-Quran

Topik dalam penelitian ini membahas tentang ekspor besi baja di Indonesia. Hal ini dikarenakan besi baja adalah salah satu material atau barang yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Dalam Al-Quran, besi baja telah disebutkan dalam surah Al-Hadid ayat 25 yang berbunyi:

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ ۚ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ ۚ بِالْغَيْبِ ۚ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Artinya:

Sungguh, Kami benar-benar telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan Kami menurunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Kami menurunkan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan berbagai manfaat bagi manusia agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa.

Dalam ayat ini disebutkan bahwasannya zat besi memiliki kehebatan serta beragam manfaat untuk manusia. Besi memiliki kehebatan yang dapat diungkap melalui kebesaran Allah dan merupakan pembuktian rasa cinta-Nya kepada makhluk-makhluk ciptaan-Nya. Sebagai contoh Allah menciptakan bumi dengan sabuk Van Allen yang melindungi planet ini yang terdiri dari inti besarnya bumi, yakni besi dan nikel. Sabuk Van Allen mengandung proton dan elektron berenergi tinggi dalam mengemas bumi dan menjadikan perisai berupa medan elektromagnetik yang tidak dimiliki oleh planet lain selain Merkurius dengan lebih lemahnya radiasi yang dimiliki. Selain itu, Sabuk Van Allen juga berfungsi sebagai pelindung bumi beserta isinya dari panas ekstrim yang ditimbulkan oleh jilatan api matahari yang terjadi setiap 11 tahun sekali dalam peristiwa yang dikenal sebagai *Solar Flares*. Selain itu, fenomena *Metonic Cycle* terjadi setiap

19 tahun sekali, dan Komet *Halley* mendekati Bumi setiap 76 tahun. Kehadiran Sabuk Van Allen bagi bumi sangat penting karena melindungi kehidupan di Bumi dari bencana yang dapat menghancurkan segalanya. Selain itu, sabuk ini juga melindungi bumi dari badai kosmik yang berbahaya bagi manusia. Dengan menjelajahi dimensi spiritual dan melalui penelitian ilmiah, dapat dipahami mengapa besi memainkan peran yang begitu penting dan mengapa Allah menyebutkannya di dalam Al-Qur'an bahkan dicantumkan sebagai nama surat dalam Al-Quran (Sudiarti et al., 2018).

Ayat ini mengandung pesan bahwa Allah menghendaki keadilan dalam setiap aspek kehidupan, termasuk dalam perdagangan dan aktivitas ekonomi. Dalam konteks penelitian *K-Means clustering* negara tujuan ekspor besi baja Indonesia, dapat dipahami bahwa terdapat kelompok-kelompok yang akan terbentuk dari beberapa persamaan seperti banyaknya jumlah besi baja yang diekspor ke negara tersebut. Hal ini dapat dikaitkan bahwasannya untuk negara dengan ekspor yang tinggi harusnya diberikan sesuai porsinya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini mengadopsi pendekatan deskriptif kuantitatif dan studi literatur. Pendekatan deskriptif kuantitatif yaitu langkah analisis data dalam meneliti suatu populasi dan sampel. Sementara studi literatur yaitu melibatkan pengkajian sumber-sumber pustaka yang relevan dalam menyusun penelitian mengenai K-means Clustering.

3.2 Data dan Sumber Data

Penelitian ini melakukan pengumpulan data melalui sumber sekunder. Data sekunder yang digunakan yaitu data yang telah ada dan didapatkan melalui studi pustaka serta berupa dokumen dengan perantara sebuah media. Data tersebut diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu Ekspor Besi/Baja Menurut Negara Tujuan Utama, 2012-2021 yang diterbitkan pada tahun 2023 (<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAzMyMx/ekspor-besi-menurut-negara-tujuan-utama--2012-2023.html>). Data yang diambil yaitu sebanyak 10 data dengan variabel tahun ekspor mulai tahun 2012 hingga tahun 2021.

3.3 Teknik Analisis Data

3.3.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan suatu uji statistik untuk menganalisis data dengan mendeskripsikan kumpulan data dalam bentuk tabel. Pada tahapan ini peneliti akan menguji statistik dengan melakukan pengujian nilai ekspor besi baja

di Indonesia pada tahun 2012 - 2021. Pengujian dilakukan dengan perhitungan nilai maksimal, minimum, mean, dan standar deviasi.

3.3.2 Analisis *Clustering*

Analisis *clustering* adalah metode statistik yang digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik atau atribut tertentu. Dalam konteks penelitian ini, *clustering* digunakan untuk mengelompokkan data ekspor besi baja Indonesia pada tahun 2012 - 2021 berdasarkan jumlah ekspor. Tujuan dari analisis *clustering* ini adalah untuk mengidentifikasi pola atau tren yang mungkin terdapat dalam data ekspor besi baja, sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai perubahan yang terjadi dalam industri besi baja Indonesia selama periode waktu yang diteliti. Metode *clustering* yang sesuai akan dipilih berdasarkan ciri-ciri data yang tersedia dan tujuan analisis yang ingin dicapai, sehingga hasil analisis dapat memberikan informasi yang relevan dan bermanfaat bagi pemangku kepentingan industri besi baja di Indonesia.

3.3.3 Evaluasi *Cluster*

Evaluasi *cluster* dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dan kualitas clustering *K-Means*. Prosedur evaluasi bertujuan untuk menentukan seberapa baik kluster yang dihasilkan dapat membantu pengambilan keputusan atau menarik kesimpulan mengenai data ekspor baja Indonesia ke negara tujuan, serta seberapa mirip hasil kluster tersebut dengan data asli. Koefisien siluet adalah teknik yang digunakan untuk penilaian ini. Tinjauan menyeluruh dapat meningkatkan

keakuratan hasil pengelompokan, menjamin keandalannya, dan membantu dalam pengambilan keputusan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan langkah awal dalam prosedur penelitian ini. Data yang digunakan adalah data ekspor besi dan baja Indonesia pada tahun 2012 hingga 2021. Situs Badan Pusat Statistik menyediakan data untuk dianalisis. Data diolah dan diambil seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Jumlah Ekspor Besi Baja 10 Negara pada Tahun 2012-2021
(ribuan ton)

Negara tujuan	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tiongkok	338,1	255,1	209,9	405,6	941,1	1.600,2	1.734,7	2.102,8	5.947,9	7.507,9
Korea Selatan	50,2	39,5	214,4	415,3	374,1	288,1	705,0	669,2	348,4	513,0
India	18,0	32,3	174,3	332,5	334,9	379,3	403,5	595,6	231,0	457,3
Singapura	179,6	124,7	153,8	150,0	144,8	128,2	119,2	225,8	308,1	445,4
Thailand	22,4	47,6	195,2	217,9	299,4	233,0	181,5	216,0	93,5	266,9
Australia	148,1	99,8	326,3	625,0	75,7	66,2	60,7	52,4	37,5	128,3
Malaysia	133,3	91,2	203,7	38,1	153,2	228,4	283,8	549,3	512,8	611,1
Uni Emirat Arab	15,3	10,5	53,1	55,1	85,9	296,1	324,3	135,6	79,7	34,7
Taiwan	14,1	46,4	166,8	119,4	94,9	93,0	507,7	607,6	660,3	1.466,7
Amerika Serikat	35,7	11,5	18,8	19,5	24,2	73,0	110,4	23,7	41,4	95,1

Selanjutnya dilakukan analisis deskriptif terhadap data pada Tabel 4.1 dengan menghitung nilai minimum, maksimum, mean, dan standar deviasi. Analisis akan dilakukan dalam setiap tahunnya seperti berikut :

Analisis Deskriptif Tahun 2012

1. Nilai Minimum: 14,1 ribu ton
2. Nilai Maksimum: 338,1 ribu ton
3. Mean

$$\tilde{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\begin{aligned}
\tilde{x} &= \frac{338,1+50,2+18,0+179,6+22,4+148,1+133,3+15,3+14,1+35,7}{10} \\
&= \frac{954,8}{10} \\
&= 95,48 \text{ ribu ton}
\end{aligned}$$

4. Standar deviasi

$$\begin{aligned}
S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \tilde{x})^2}{n-1}} \\
&= \sqrt{\frac{(338,1-95,48)^2 + (50,2-95,48)^2 + \dots + (35,7-95,48)^2}{9}} \\
&= \sqrt{\frac{(242,6)^2 + (-45,3)^2 + \dots + (-59,8)^2}{9}} \\
&= \sqrt{\frac{58.864,5 + 2.050,3 + \dots + 3.573,6}{9}} \\
&= \sqrt{\frac{100.159,2}{9}} \\
&= 105,4931 \text{ ribu ton}
\end{aligned}$$

Terlihat pada analisis deskriptif di atas menunjukkan bahwa pada tahun 2012 nilai minimum ekspor besi yaitu 14,1 ribu ton dengan tujuan ke negara Taiwan. Sedangkan, nilai maksimum ekspor pada tahun 2012 yakni sebesar 338,1 ribu ton yang tujuan ekspornya ke negara Tiongkok. Untuk rata-rata jumlah ekspor pada tahun 2012 yaitu sebesar 95,48 ribu ton. Variabilitas produksi diukur melalui standar deviasi, yang menunjukkan tingkat penyebaran data dari rata-rata. Dengan menggunakan rumus standar deviasi, diperoleh nilai sebesar 105,49 ribu ton. Hasil ini menggambarkan bahwa terdapat variasi yang cukup signifikan dalam jumlah produksi selama tahun tersebut, dengan beberapa nilai yang jauh dari rata-

rata, baik pada tingkat ekspor tertinggi maupun terendah. Statistik deskriptif untuk data ekspor besi/baja ke berbagai negara dari tahun 2012 hingga 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Statistik Deskriptif Data Ekspor Besi/Baja ke Berbagai Negara dari Tahun 2012 - 2021

	Mean	Std	Min	Max	Sum
2012	95,5	105,5	14,1	338,1	954,8
2013	75,9	73,5	10,5	255,1	758,6
2014	171,6	85,9	18,8	326,3	1716,3
2015	237,8	200,4	19,5	625	2378,4
2016	252,8	269,9	24,2	941,1	2528,2
2017	338,6	455,9	66,2	1600,2	3385,5
2018	443,1	495,8	60,7	1734,7	4430,8
2019	517,8	608,6	23,7	2102,8	5178
2020	826,1	1811,7	37,5	5947,9	8260,6
2021	1152,6	2269,9	34,7	7507,9	11526,4

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa telah terjadi peningkatan signifikan dalam total dan rata-rata volume ekspor besi/baja dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2021, terutama pada tahun 2020 dan 2021. Selain itu, variabilitas ekspor antar negara juga tampak meningkat, seperti yang ditunjukkan oleh standar deviasi yang lebih besar pada tahun-tahun terakhir.

4.2 *K-Means Clustering*

K-Means Clustering digunakan untuk membentuk kelompok negara-negara yang memiliki persamaan dan dikelompokkan dalam satu *cluster*. Sebelum mengelompokkan, akan dibentuk *centroid* awal untuk perhitungan *cluster*. Dalam

penelitian ini digunakan dua jenis *centroid*, yaitu yang pertama menggunakan dua negara acak sebagai *centroid* dan menggunakan nilai acak sebagai *centroid*.

4.2.1 Menggunakan Dua Negara Acak

1. Menentukan nilai K sebagai jumlah *cluster* yang akan dibuat. Misalkan nilai K yang digunakan adalah 2.
2. Menentukan titik pusat *cluster* (K *Centroid*) awal secara acak. Titik pusat *cluster* ditentukan dari data yang sudah ada secara acak dengan cara mengambil nilai dari dua negara. Misal diambil dua negara yaitu negara Taiwan sebagai *centroid* 1 dan Korea Selatan sebagai *centroid* 2.

Tabel 4.3 Perhitungan Titik Pusat *Cluster* (*Centroid*)

Tahun Centroid	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Centroid 1	14,1	46,4	166,8	119,4	94,9	93,0	507,7	607,6	660,3	1.466,7
Centroid 2	50,2	39,5	214,4	415,3	374,1	288,1	705,0	669,2	348,4	513,0

3. Setelah mendapatkan titik pusat *cluster* (*centroid*), Langkah selanjutnya adalah menggunakan rumus untuk menentukan jarak setiap titik data dari setiap centroid *Euclidian distance*, seperti yang dilihat pada rumus (1).
Seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 D_{(x_i, c_k)} &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2} \\
 &= \sqrt{(338,1 - 14,1)^2 + (255,1 - 46,4)^2 + \dots + (7507,9 - 1466,7)^2} \\
 &= 8450,8
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan nilai jarak data Tiongkok dengan data *centroid* 1. Kemudian dihitung jarak data dengan setiap *centroid*. Perhitungan dilakukan dalam setiap negara sehingga menghasilkan data pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Jarak Data dengan Setiap *Cluster*

Negara	Jarak Data ke C1	Jarak Data ke C2	Minimum	Cluster
Tiongkok	8450,8	9250,5	8450,8	1
Korea Selatan	1121,0	0	0	2
India	1182,9	364,1	364,1	2
Singapura	1225,6	849,8	849,8	2
Thailand	1446,6	808,6	808,6	2
Australia	1729,2	1117,2	1117,2	2
Malaysia	923,7	657,9	657,9	2
Uni Emirat Arab	1644,3	985,7	985,7	2
Taiwan	0	1121,0	0	1
Amerika Serikat	1673,9	1184,8	1184,8	2

Tabel 4.4 sudah menunjukkan beberapa negara dan *clusternya*. Selanjutnya dilakukan iterasi untuk memastikan bahwa *cluster* tersebut sudah tepat.

4. Pada iterasi ke 2 ditentukan *centroid* baru dengan menghitung nilai rata-rata berdasarkan data pada *cluster* yang serupa. Perhitungan dapat dilakukan menggunakan persamaan (2) dan hasilnya seperti berikut

$$C_1 = \frac{338,1+14,1}{2}$$

$$= 176,1$$

Berikut adalah hasil dari perhitungan *centroid* baru :

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan *Centroid* Baru

<i>Centroid</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Centroid 1</i>	176,1	150,8	188,4	262,5	518,0	846,6	1.121,2	1.355,2	3.304,1	4.487,3
<i>Centroid 2</i>	75,3	57,1	167,5	231,7	186,5	211,5	273,6	308,5	206,6	319,0

5. Langkah selanjutnya yaitu mengulangi langkah 3 dengan iterasi ke 2 menggunakan *centroid* yang sudah terbentuk pada Tabel 4.5 seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 D_{(x_i, c_k)} &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2} \\
 &= \sqrt{(338,1 - 176,1)^2 + (255,1 - 150,8)^2 + \dots + (7507,9 - 4487,3)^2} \\
 &= 4225,4
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan nilai jarak data, kemudian dihitung jarak data dengan setiap *centroid*. Perhitungan dilakukan hingga menghasilkan data pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Jarak Data Dengan *Centroid* Iterasi Ke 2

Negara	Jarak Data ke C1	Jarak Data Ke C2	Minimum	Cluster	
Tiongkok	4225,4	9624,8	4225,4	1	Tidak Berubah
Korea Selatan	5055,7	672,3	672,3	2	Tidak Berubah
India	5203,2	428,2	428,2	2	Tidak Berubah
Singapura	5316,2	296,5	296,5	2	Tidak Berubah
Thailand	5546,3	222,6	222,6	2	Tidak Berubah
Australia	5783,8	629,5	629,5	2	Tidak Berubah
Malaysia	4973,6	530,9	530,9	2	Tidak Berubah
Uni Emirat Arab	5739,5	443,5	443,5	2	Tidak Berubah
Taiwan	4225,4	1306,3	1306,3	2	Berubah
Amerika Serikat	5805,2	549,0	549,0	2	Tidak Berubah

6. Terlihat dalam tabel 4.6 bahwa negara taiwan berubah menjadi *cluster* 2. Kita lanjutkan ke langkah berikutnya yaitu perhitungan iterasi ke 3. Perhitungan dilakukan hingga anggota tiap *cluster* tidak berubah lagi. Selanjutnya, *centroid* baru ditentukan dengan menghitung nilai rata-rata berdasarkan data dalam *cluster* yang serupa. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan persamaan (2), dan hasilnya seperti berikut

$$C_1 = \frac{338,1}{1}$$

$$= 338,1$$

Berikut adalah hasil dari perhitungan centroid baru :

Tabel 4.7 Hasil *Centroid* Baru Pada Iterasi Ke 3

Centroid	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Centroid 1	338,1	255,1	209,9	405,6	941,1	1.600,2	1.734,7	2.102,8	5.947,9	7.507,9
Centroid 2	68,5	55,9	167,4	219,2	176,3	198,4	299,6	341,7	257,0	446,5

7. Langkah selanjutnya yaitu mengulangi langkah 3 dengan iterasi ke 3 menggunakan *centroid* yang sudah terbentuk seperti berikut :

$$D_{(x_i, c_k)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2}$$

$$= \sqrt{(50,2 - 338,1)^2 + (39,5 - 255,1)^2 + \dots + (513,0 - 7507,9)^2}$$

$$= 9250,5$$

Maka didapatkan nilai jarak data, Kemudian dihitung jarak data dengan setiap *centroid*. Perhitungan dilakukan hingga menghasilkan data pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tabel Jarak Data Iterasi Ke 3

Negara	Jarak Data ke C1	Jarak Data Ke C2	Minimum	Cluster	
Tiongkok	0	9492,6	0	1	Tidak berubah
Korea Selatan	9250,5	610,6	610,6	2	Tidak berubah
India	9405,0	387,2	387,2	2	Tidak berubah
Singapura	9525,3	276,7	276,7	2	Tidak berubah
Thailand	9753,9	328,7	328,7	2	Tidak berubah
Australia	9981,1	718,3	718,3	2	Tidak berubah
Malaysia	9183,2	420,6	420,6	2	Tidak berubah
Uni Emirat Arab	9944,2	553,8	553,8	2	Tidak berubah

Taiwan	8450,8	1161,1	1161,1	2	Tidak berubah
Amerika Serikat	10015,3	640,9	640,9	2	Tidak berubah

Dapat dilihat pada Tabel 4.8 sudah tidak ada perubahan *cluster* kembali, hal ini menunjukkan bahwa *cluster* yang terbentuk sudah sesuai. Untuk memperkuat hasil tersebut dilakukan perhitungan selanjutnya yaitu iterasi ke 4. *Centroid* baru ditentukan dengan menghitung nilai rata-rata berdasarkan data dalam cluster yang serupa. Perhitungan dapat dilakukan menggunakan persamaan (2), dan hasilnya seperti berikut :

$$C_1 = \frac{338,1}{1}$$

$$= 338,1$$

Hasil dari perhitungan centroid baru dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Tabel *Centroid* Baru Iterasi Ke 4

<i>Centroid</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Centroid</i> 1	338,1	255,1	209,9	405,6	941,1	1.600,2	1.734,7	2.102,8	5.947,9	7.507,9
<i>Centroid</i> 2	68,5	55,9	167,4	219,2	176,3	198,4	299,6	341,7	257,0	446,5

8. Langkah selanjutnya yaitu mengulangi langkah 3 dengan iterasi ke 4 menggunakan centroid yang sudah terbentuk seperti berikut :

$$D_{(x_i, c_k)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2}$$

$$= \sqrt{(50,2 - 338,1)^2 + (39,5 - 255,1)^2 + \dots + (348,4 - 7507,9)^2}$$

$$= 9250,5$$

Maka didapatkan nilai jarak data, kemudian dihitung jarak data dengan setiap *centroid*. Perhitungan dilakukan hingga menghasilkan data pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Tabel Jarak Data Pada Iterasi Ke 4

Negara	Jara Data ke C1	Jaarak Data Ke C2	Minimum	Cluster	
Tiongkok	0	9492,6	0	1	Tidak berubah
Korea Selatan	9250,5	610,6	610,6	2	Tidak berubah
India	9405,0	387,2	387,2	2	Tidak berubah
Singapura	9525,3	276,7	276,7	2	Tidak berubah
Thailand	9753,9	328,7	328,7	2	Tidak berubah
Australia	9981,1	718,3	718,3	2	Tidak berubah
Malaysia	9183,2	420,6	420,6	2	Tidak berubah
Uni Emirat Arab	9944,2	553,8	553,8	2	Tidak berubah
Taiwan	8450,8	1161,1	1161,1	2	Tidak berubah
Amerika Serikat	10015,3	640,9	640,9	2	Tidak berubah

Hasil dari Tabel 4.10 di atas menunjukkan bahwa sudah tidak ada lagi perubahan . Ini menunjukkan bahwa anggota dari tiap *cluster* sudah sesuai. Dari Tabel 4.10 bisa dilihat bahwa hasil *clustering* yang terbentuk sebagai berikut

Cluster 1: Tiongkok

Cluster 2: Korea Selatan, India, Singapura, Thailand, Australia, Malaysia, Uni Emirat Arab, Taiwan, Amerika Serikat

4.2.2 Menggunakan Nilai Secara Acak

1. Menentukan nilai K sebagai jumlah *cluster* yang akan dibentuk. Misalkan nilai K yang digunakan adalah 2.
2. Menentukan titik pusat *cluster* (K *Centroid*) awal secara acak. Titik pusat *cluster* ditentukan dari data yang sudah ada secara acak dengan cara

mengambil nilai dari data secara acak. Maka akan terbentuk *centroid* seperti pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan Titik Pusat *Cluster (Centroid)* Secara Acak

Tahun Centroid	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Centroid 1	14,1	47,6	18,8	415,3	144,8	288,1	507,7	669,2	660,3	128,3
Centroid 2	338,1	124,7	326,3	625	374,1	379,3	705,0	549,3	5947,9	7507,9

3. Setelah memperoleh titik pusat *cluster (centroid)*, langkah selanjutnya adalah menghitung jarak setiap data ke masing-masing *centroid* menggunakan rumus *Euclidian distance*, seperti yang dilihat pada rumus (1) seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 D_{(x_i, c_k)} &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2} \\
 &= \sqrt{(338,1 - 14,1)^2 + (255,1 - 47,6)^2 + \dots + (7507,9 - 128,3)^2} \\
 &= 9408,4
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan nilai jarak data Tiongkok dengan data *centroid* 1. Kemudian dihitung jarak data dengan setiap *centroid*. Perhitungan dilakukan dalam setiap negara sehingga menghasilkan data seperti pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Jarak Data dengan Setiap *Cluster*

Negara	Jarak Data Ke C1	Jarak Data Ke C2	Minimum	Cluster
Tiongkok	9408,4	2316,1	2316,1	2
Korea Selatan	613,5	8969,5	613,5	1
India	620,1	9094,4	620,1	1
Singapura	848,3	9084,6	848,3	1
Thailand	865,7	9349,2	865,7	1
Australia	1086,9	9501,4	1086,9	1
Malaysia	718,0	8818,0	718,0	1
Uni Emirat	894,5	9550,2	894,5	1

Arab				
Taiwan	1394,7	8065,3	1394,7	1
Amerika Serikat	1085,3	9552,4	1085,3	1

Tabel 4.12 menunjukkan beberapa negara dan *clusternya*. Selanjutnya dilakukan iterasi untuk memastikan bahwa *cluster* tersebut sudah tepat dengan melakukan perhitungan menentukan *centroid* baru.

- Menentukan *centroid* baru dengan menghitung nilai rata-rata berdasarkan data dalam *cluster* yang serupa. Perhitungannya dapat dilakukan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

$$C_1 = \frac{50,2+18,0+179,6+22,4+148,1+133,3+15,3+14,1+35,7}{9}$$

$$= 68,5$$

Hasil perhitungan *centroid* baru dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan *Centroid* Baru

<i>Centroid</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Centroid 1</i>	68,5	55,9	167,4	219,2	176,3	198,4	299,6	341,7	257,0	446,5
<i>Centroid 2</i>	338,1	255,1	209,9	405,6	941,1	1.600,2	1.734,7	2.102,8	5.947,9	7.507,9

- Langkah selanjutnya yaitu mengulangi langkah 3 dengan iterasi ke 2 menggunakan *centroid* yang sudah terbentuk seperti berikut :

$$D_{(x_i, c_k)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2}$$

$$= \sqrt{(338,1 - 68,5)^2 + (255,1 - 55,9)^2 + \dots + (7507,9 - 446,5)^2}$$

$$= 9492,6$$

Maka didapatkan nilai jarak data, kemudian dihitung jarak data dengan setiap *centroid*. Perhitungan dilakukan hingga menghasilkan data seperti pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Jarak Data dengan Setiap *Cluster* Iterasi ke 2

Negara	Jarak Data Ke C1	Jarak Data Ke C2	Minimum	Cluster
Tiongkok	9492,6	0	0	2
Korea Selatan	610,6	9250,5	610,6	1
India	387,2	9405,0	387,2	1
Singapura	276,7	9525,3	276,7	1
Thailand	328,7	9753,9	328,7	1
Australia	718,3	9981,1	718,3	1
Malaysia	420,6	9183,2	420,6	1
Uni Emirat Arab	553,8	9944,2	553,8	1
Taiwan	1161,1	8450,8	1161,1	1
Amerika Serikat	640,9	10015,3	640,9	1

6. Terlihat dalam Tabel 4.14 bahwa *cluster* yang terbentuk tetap tidak berubah. Kita lanjutkan ke langkah berikutnya yaitu perhitungan iterasi ke 3 untuk memastikan *cluster* yang terbentuk tetap. Selanjutnya menentukan *centroid* baru dengan menghitung nilai rata-rata berdasarkan data pada cluster yang serupa. Perhitungan dapat dilakukan menggunakan persamaan (2) seperti berikut :

$$C_1 = \frac{50,2+18,0+179,6+22,4+148,1+133,3+15,3+14,1+35,7}{9}$$

$$= 68,5$$

Hasil dari perhitungan *centroid* baru dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan *Centroid* Baru Pada Iterasi ke 3

<i>Centroid</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Centroid 1</i>	68,5	55,9	167,4	219,2	176,3	198,4	299,6	341,7	257,0	446,5
<i>Centroid 2</i>	338,1	255,1	209,9	405,6	941,1	1.600,2	1.734,7	2.102,8	5.947,9	7.507,9

7. Langkah selanjutnya yaitu mengulangi langkah 3 dengan iterasi ke 3 menggunakan *centroid* yang sudah terbentuk seperti berikut :

$$\begin{aligned}
 D_{(x_i, c_k)} &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2} \\
 &= \sqrt{(338,1 - 68,5)^2 + (255,1 - 55,9)^2 + \dots + (7507,9 - 446,5)^2} \\
 &= 9492,6
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan nilai jarak data, kemudian dihitung jarak data dengan setiap *centroid*. Perhitungan dilakukan hingga menghasilkan data pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Jarak Data dengan Setiap *Cluster*

Negara	Jarak Data Ke C1	Jarak Data Ke C2	Minimum	Cluster
Tiongkok	9492,6	0	0	2
Korea Selatan	610,6	9250,5	610,6	1
India	387,2	9405,0	387,2	1
Singapura	276,7	9525,3	276,7	1
Thailand	328,7	9753,9	328,7	1
Australia	718,3	9981,1	718,3	1
Malaysia	420,6	9183,2	420,6	1
Uni Emirat Arab	553,8	9944,2	553,8	1
Taiwan	1161,1	8450,8	1161,1	1
Amerika Serikat	640,9	10015,3	640,9	1

8. Pada Tabel 4.16 menunjukkan bahwa *cluster-cluster* tersebut sudah tidak mengalami perubahan. Sehingga dihasilkan *cluster* seperti berikut :

Kluster 1: Korea Selatan, India, Singapura, Thailand, Australia, Malaysia, Uni Emirat Arab, Taiwan, Amerika Serikat

Kluster 2: Tiongkok

Dari hasil perhitungan menggunakan K-Means di atas, *Cluster* yang dibentuk yaitu 2 *cluster*. Dimana dari perhitungan *cluster* menggunakan 2 negara acak sebagai centroid dan menggunakan nilai centroid secara acak, kelompok yang dihasilkan sama yaitu *cluster* yang beranggotakan negara Tiongkok saja dan *cluster* yang beranggotakan Korea Selatan, India, Singapura, Thailand, Australia, Malaysia, Uni Emirat Arab, Taiwan, Amerika Serikat. Kelompok tersebut bisa didasarkan dari banyaknya jumlah ekspor ke negara tersebut tiap tahunnya. Dapat dilihat negara Tiongkok mengalami peningkatan dalam jumlah ekspor tiap tahunnya. Dibandingkan dengan negara lainnya di kelompok lain, negara Tiongkok memiliki peningkatan yang signifikan. Hal ini bisa dikaitkan dengan industri di Tiongkok yang begitu besar. Tiongkok juga menjadi negara dengan perindustrian terbesar. Terdapat beberapa industri besar seperti industri mobil dan lainnya yang pastinya banyak memerlukan pasokan besi baja. Maka dari itu, hal ini wajar jika ekspor besi baja ke Tiongkok semakin tahun semakin pesat.

4.3 Evaluasi Hasil Cluster

Pengujian hasil *clustering* menggunakan metode *silhouette coefficient* dilakukan dengan jumlah cluster $K = 2$ sampai $K = 9$. Pengujian dilakukan berdasarkan hasil *clustering* menggunakan *centroid* nilai acak dan *centroid* dari 2 negara. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai *Silhouette*

Cluster	Nilai <i>silhouette</i> <i>centroid</i> 2 negara	Nilai <i>silhouette</i> <i>centroid</i> nilai acak
$K = 2$	0,2156	0,6357
$K = 3$	0,0863	0,2930
$K = 4$	0,0699	0,3003
$K = 5$	0,0408	0,3404
$K = 6$	-0,0313	0,2777
$K = 7$	-0,0141	0,2318
$K = 8$	-0,1319	0,1704
$K = 9$	-0,0829	0,1178

Dari Tabel 4.17 dapat dilihat bahwa hasil *silhouette coefficient* maksimal dari kedua proses yaitu untuk *centroid* 2 negara dan *centroid* dengan nilai acak nilainya sama yaitu pada saat $K = 2$ dengan nilai *silhouette* masing masing sebesar 0,2156 dan 0,6357. Untuk lebih jelas hasil nilai *silhouette* dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 4.1.

**Gambar 4.1** Gambar Grafik Nilai *Silhouette Centroid* 2 Negara



Gambar 4.2 Gambar Grafik Nilai *Silhouette Centroid* Nilai Acak

Nilai *silhouette* yang paling tinggi ada pada $K = 2$. Kemudian untuk nilai $K = 2$ selanjutnya memiliki nilai *silhouette* yang lebih kecil daripada $K = 2$. Ini membuktikan bahwa *cluster* yang paling optimal yaitu 2. Berdasarkan perhitungan hasil *K-Means* yang telah dijabarkan, maka hasil *K-Means* telah menunjukkan *cluster* yang sesuai dan optimal. Hal ini didukung oleh hasil *silhouette coefficient* yang menyebutkan bahwa *cluster* yang paling optimal yaitu pada saat $K = 2$ dengan nilai *silhouette* 0,2156 untuk *centroid* 2 negara dan 0,6357 untuk *centroid* nilai acak.

Dengan nilai K optimal sebesar 2, hasil *clustering* ini dapat digunakan untuk mengelompokkan negara-negara berdasarkan karakteristik ekspornya, seperti volume dan nilai ekspor. Dapat dilihat dalam *cluster* yang terbentuk yaitu *cluster* dengan anggota Tiongkok saja dan *cluster* dengan negara lainnya memiliki perbedaan dalam volume ekspor. Negara Tiongkok memiliki volume ekspor yang cukup tinggi dari negara lainnya. Dengan hasil ini, dapat memberikan wawasan

yang lebih jelas tentang strategi peningkatan ekspor seperti fokus pada *cluster* dengan potensi pertumbuhan yang lebih besar seperti pada *cluster* dengan anggota negara Tiongkok. Selain itu, pengelompokan yang optimal ini dapat membantu memprioritaskan hubungan dagang dengan negara-negara yang memiliki kontribusi signifikan terhadap ekspor besi baja Indonesia.

4.4 Kajian Keislaman

Dalam penelitian ini, digunakan *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan negara tujuan ekspor besi baja Indonesia dari tahun 2012 – 2021. Melalui analisis ini kita dapat melihat perkembangan dari ekspor besi/baja Indonesia ke negara tujuan ekspor dari tahun 2012-2021. Kita dapat melihatnya dari perkembangan jumlah ekspor yang terjadi. Hal ini selaras dengan sebuah hadits yang berbunyi

من كان يومه خيرا من أمسه فهو رابح. ومن كان يومه مثل أمسه فهو مغبون. ومن كان يومه شرا

من أمسه فهو ملعون

Artinya :

Barangsiapa yang harinya sekarang lebih baik daripada kemarin maka dia termasuk orang yang beruntung. Barangsiapa yang harinya sama dengan kemarin maka dia adalah orang yang merugi. Barangsiapa yang harinya sekarang lebih jelek daripada harinya kemarin maka dia terlaknat. (HR Al-Hakim)

Dapat dilihat dalam hadits tersebut memiliki makna yaitu jika hari ini kita lebih baik dari hari kemarin maka kita termasuk orang yang beruntung. Hal ini berkaitan dengan penelitian diatas. Dalam konteks penelitian ini, hadits di atas memberikan panduan yang relevan. Analisis data menunjukkan bahwa perbandingan jumlah ekspor besi baja antara tahun 2012 - 2021 memperlihatkan tren yang sesuai dengan makna hadits tersebut. Terdapat peningkatan yang

signifikan dalam jumlah ekspor dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2021, mencerminkan keberuntungan dan kemajuan dalam industri besi baja. Sebaliknya, jika tidak ada perbedaan yang signifikan dari tahun 2012 sampai dengan 2021, hal ini dapat dianggap sebagai indikasi stagnasi atau bahkan kerugian bagi industri. Lebih lanjut, jika jumlah ekspor pada tahun 2021 mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan tahun 2012, hal tersebut bisa dianggap sebagai kutukan atau pertanda bahaya bagi perkembangan industri besi baja di masa mendatang. Dengan demikian, implementasi K-Means *clustering* tidak hanya memungkinkan untuk mengidentifikasi kelompok-kelompok yang dibentuk, tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang dinamika industri tersebut seiring waktu, sejalan dengan pesan yang terkandung dalam hadits tersebut.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan temuan studi tersebut, negara tujuan ekspor besi dan baja Indonesia pada tahun 2012 hingga 2021 secara efektif dikelompokkan menggunakan metode *K-Means Clustering*. Dari analisis yang dilakukan, data ekspor besi baja Indonesia berhasil dikelompokkan menjadi dua *cluster* yang optimal. *Cluster* dengan negara-negara bervolume ekspor rendah dan klaster yang hanya mencakup negara Tiongkok, yang memiliki volume ekspor jauh lebih tinggi dibandingkan negara lainnya. Proses *clusterisasi* dievaluasi dengan menggunakan metode *Silhouette Coefficient* untuk menunjukkan *cluster* yang optimal dan hasilnya menunjukkan bahwa jumlah *cluster* yang sesuai adalah dua. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara *cluster* yang berisi negara Tiongkok saja dengan yang berisi negara yang lain. Dengan hasil tersebut, dapat memberikan wawasan yang lebih luas tentang strategi ekspor Indonesia terutama dalam ekspor besi baja seperti memfokuskan tujuan ekspor pada *cluster* negara dengan volume ekspor yang tinggi.

5.2 Saran

Pada penelitian ini penulis fokus pada pembuatan cluster dengan menggunakan algoritma K-Means. Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan untuk menggunakan data yang lebih luas lagi dan terperinci. Selain itu, peneliti juga menyarankan untuk menggunakan metode *clustering* yang lain.

Selain K-Means, dapat dipertimbangkan untuk menerapkan metode *clustering* yang lain seperti DBSCAN untuk membandingkan hasil dan mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang data.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalina, T., Pramana, D. B. A., & Sari, B. N. (2022). Metode K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Penjualan Produk Frozen Food. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(15), 574–583. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7052276>
- Carolina, L. T., & Aminata, J. (2019). Analisis Daya Saing dan Faktor Yang Mempengaruhi Ekspor Batu Bara. *Diponegoro Journal of Economics*, 9(1), 9–21. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/dje/article/view/3803>
- Gatto, P. A., & Awangga, R. M. (2023). *Pengelompokan Kedisiplinan Pegawai Berdasarkan Absensi Menggunakan Algoritma K-Means*. Penerbit Buku Pedia. <https://books.google.co.id/books?id=AUu5EAAAQBAJ>
- Hartanti, N. T. (2020). Metode Elbow dan K-Means Guna Mengukur Kesiapan Siswa SMK Dalam Ujian Nasional. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 6(2), 82–89. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v6i2.2020.82-89>
- Hidayati, R., Zubair, A., Pratama, A. H., & Indana, L. (2021). Analisis *Silhouette Coefficient* pada 6 Perhitungan Jarak K-Means Clustering. *Techno.Com*, 20(2), 186–197. <https://doi.org/10.33633/tc.v20i2.4556>
- Indriantoro, N., & Supomo, B. (2018). *Metodologi Penelitian Bisnis*. Yogyakarta: Andi & BPFE.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2024). *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Diakses pada 15 November 2024. <https://quran.kemenag.go.id>
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2024). *Khutbah Jumat: Manfaat Introspeksi Diri Di Akhir Tahun*. Diakses pada 2 Desember 2024. <https://kemenag.go.id/islam/khutbah-jumat-manfaat-introspeksi-diri-di-akhir-tahun-wEDs0>
- Kurniawan, R. (2019). Urgensi Bekerja Dalam Alquran. *Jurnal Transformatif*, 3(1), 42–67. <https://doi.org/10.23971/tf.v3i1.1240>
- Mahyuddin, N., & Hidayat, N. (2022). *Bisnis Ekspor Itu Mudah*. Agromedia.
- Maori, N. A., & Evanita. (2023). Metode Elbow Dalam Optimasi Jumlah Cluster Pada K-Means Clustering. *Jurnal SIMETRIS*, 14(2), 277–287. <https://doi.org/10.24176/simet.v14i2.9630>
- Paembonan, S., & Abduh, H. (2021). Penerapan Metode *Silhouette Coefficient* untuk Evaluasi Clustering Obat. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(2), 48-54. https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v6i2.659
- Pailaya, J., Sri fransisca, M., & Sinay, R. (2022). *Dasar-Dasar Ilmu Ekonomi*. Sumatra Barat: CV. Azka Pustaka.

- Sari, R. Y., Oktavianto, H., & Sulisty, H. W. (2018). Algoritma K-Means dengan Metode Elbow untuk Mngelompokkan Kabupaten/Kota Di Jawa Tengah Berdasarkan Komponen Pembentuk Indeks Pembangunan Manusia. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, 5(2), 1-9. <https://doi.org/10.30865/json.v5i2.6928>
- Setiawan, F. N. (2018). Analisis daya saing ekspor teh Indonesia di pasar dunia. *Universitas Islam Indonesia*. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/6175/jurnal.pdf?sequence=2>
- Sudiarti, T., Delilah, G. G. A., & Aziz, R. (2018). Besi dalam Qur'an dan Sains Kimia (Analisis Teoritis dan Praktis Mengenai Besi dan Upaya Mengatasi Korosi pada Besi. *Al-Kimiya*, 5(1), 7–16. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i1.3720>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

LAMPIRAN

```
!pip install scikit-learn-extra
```

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from sklearn.cluster import KMeans
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.metrics import silhouette_score,
silhouette_samples
from sklearn_extra.cluster import KMedoids
```

```
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')
```

```
!pip install -U scikit-learn
```

```
data_frames = pd.read_excel('Besi.xlsx')
data_frames
```

```
descriptive_stats = data_frames.describe().T
sum_per_year = data_frames.sum(axis=0)
descriptive_stats['sum'] = sum_per_year
```

```
descriptive_stats
```

```
df = pd.DataFrame(data_frames)
data_clustering = df.set_index('Negara tujuan')
scaler = StandardScaler()
data_scaled = scaler.fit_transform(data_clustering)
```

```
print(data_scaled)
sse_list = []
```

```
for n_clusters in range(1, 10):
    kmeans = KMeans(n_clusters=n_clusters, max_iter=300,
n_init=10, random_state=0)
    kmeans.fit(data_scaled)

    sse = np.sum((data_scaled -
kmeans.cluster_centers_[kmeans.labels_]) ** 2)
    sse_list.append([n_clusters, sse])
```

```

sse_df = pd.DataFrame(sse_list, columns=['Jumlah Cluster',
'SSE'])
print(sse_df)
data_for_visualization = df.set_index("Negara tujuan")
data_clustering = data_for_visualization.transpose()
sse = []
for i in range(1, 10):
    kmeans = KMeans(n_clusters=i, init='k-means++',
max_iter=300, n_init=10, random_state=0)
    kmeans.fit(data_scaled)
    sse.append(kmeans.inertia_)

file_path = 'Besi.xlsx'
data_original = pd.read_excel(file_path)
data_original.head()

def kmeans_clustering(n_clusters, data):
    kmeans= KMeans(n_clusters=n_clusters, init='k-means++',
n_init=10, max_iter=300, random_state=0)
    pred_y = kmeans.fit_predict(data)
    return pred_y

kmeans = KMeans(n_clusters=2, init='k-means++', max_iter=300,
n_init=10, random_state=0)
kmeans.fit(data_scaled)
clusterc = kmeans.cluster_centers_
print("pusat cluster:\n", clusterc)

labels = kmeans.labels_
print("cluster label:\n", labels)

data_for_clusteringk_correct = data_original.set_index("Negara
tujuan")
data_scaledk_correct =
scaler.fit_transform(data_for_clusteringk_correct)
clusterk_labels_2_correct = kmeans_clustering(2,
data_scaledk_correct)
data_for_clusteringk_correct['Cluster'] =
clusterk_labels_2_correct

clusters_correct = {i: [] for i in range(2)}
for index, row in data_for_clusteringk_correct.iterrows():
    clusters_correct[row['Cluster']].append(index)

clusters_correct
silhouette_scores = []

```

```

for n_clusters in range(2, 10):
    kmeans = KMeans(n_clusters=n_clusters, init='k-means++',
max_iter=300, n_init=10, random_state=0)
    cluster_labels = kmeans.fit_predict(data_scaled)

    silhouette_avg = silhouette_score(data_scaled,
cluster_labels)
    silhouette_scores.append(silhouette_avg)

    print(f"Rata-rata silhouette score untuk {n_clusters}
clusters: {silhouette_avg}")

plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(range(2, 10), silhouette_scores, marker='o',
linestyle='-')
plt.xticks(range(2, 10))
plt.xlabel("n_clusters")
plt.ylabel("Rata-rata silhouette score")
plt.title("Silhouette scores untuk n_clusters berbeda")
plt.show()

def kmedoids_clustering(n_clusters, data):
    kmeans= KMedoids(n_clusters=2, max_iter=300,
random_state=0)
    pred_y = kmedoids.fit_predict(data)
    return pred_y

kmedoids = KMedoids(n_clusters=2, random_state=0)
pred_yy = kmedoids.fit_predict(data_scaled)
centerm = kmedoids.cluster_centers_
print("pusat cluster:\n", centerm)

labels = kmedoids.labels_
print("cluster label:\n", labels)

data_for_clusteringm_correct = data_original.set_index("Negara
tujuan")
data_scaledm_correct =
scaler.fit_transform(data_for_clusteringm_correct)
clusterm_labels_2_correct = kmedoids_clustering(2,
data_scaledm_correct)
data_for_clusteringm_correct['Cluster'] =
clusterm_labels_2_correct

clusters_correct = {i: [] for i in range(2)}
for index, row in data_for_clusteringm_correct.iterrows():
    clusters_correct[row['Cluster']].append(index)

```

```

clusters_correct

silhouette_scores2 = []
for n_clusters in range(2, 10):
    kmedoids = KMedoids(n_clusters=n_clusters, max_iter=300,
random_state=0)
    cluster_labels = kmedoids.fit_predict(data_scaled)

    silhouette_avg = silhouette_score(data_scaled,
cluster_labels)
    silhouette_scores2.append(silhouette_avg)

    print(f"Rata-rata silhouette score untuk {n_clusters}
clusters: {silhouette_avg}")
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(range(2, 10), silhouette_scores2, marker='o',
linestyle='--')
plt.xticks(range(2, 10))
plt.xlabel("n_clusters")
plt.ylabel("Rata-rata silhouette score")
plt.title("Silhouette scores untuk n_clusters berbeda")
plt.show()

```

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Sulthon Arifi, lahir di Banyuwangi, 20 Agustus 2000. Bertempat tinggal di Kelurahan Lateng, Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Putra dari pasangan Alm. Bapak Achmad Syamsudin dan Ibu Wahyun Nadhiroh. Penulis sudah melakukan perjalanan dalam pendidikan formal dimulai dari TK Khadijah 3 dan lulus pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan perjalanannya menuju pendidikan dasar di SDN 1 Lateng dan lulus pada tahun 2013, lalu lanjut pada pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Banyuwangi dan lulus tahun 2016. Setelah penulis pergi merantau untuk melanjutkan pendidikan di tingkat menengah atas yaitu di MAN 1 Jember dan lulus pada tahun 2019. Selanjutnya penulis menempuh jalan ke pendidikan tinggi di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang melalui jalur Mandiri pada tahun 2019. Selama menempuh pendidikan tinggi, penulis telah aktif mengikuti beberapa kegiatan di dalam kampus. Penulis bergabung dalam salah satu Organisasi Mahasiswa Intra Kampus (OMIK) yaitu UKM Teater K2. Selama mengikuti kegiatan UKM, Penulis pernah berkontribusi dalam beberapa kepanitiaan dan menjadi bagian dalam beberapa sie. Hingga pada tahun 2022 penulis menjadi Ketua UKM Teater K2 selama satu periode. Selama aktif dalam UKM, penulis beberapa kali berpartisipasi dalam pentas undangan dan lomba-lomba yang mewakili UIN Malang.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Muhammad Sulthon Arifi
NIM : 19610106
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI K-MEANS CLUSTERING UNTUK
PENGELOMPOKAN NEGARA TUJUAN
EKSPOR BESI BAJA INDONESIA
Pembimbing I : Hisyam Fahmi, M.kom.
Pembimbing II : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si.

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	10 Juli 2023	Konsultasi Bab I, II, dan III	1.
2.	20 Juli 2023	Konsultasi Kajian Agama	2.
3.	25 Juli 2023	ACC Kajian Agama Bab I dan II	3.
4.	29 Agustus 2023	ACC Seminar Proposal	4.
5.	10 Oktober 2023	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	5.
6.	27 November 2023	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	6.
7.	19 Februari 2024	Konsultasi Bab IV dan V	7.
8.	6 Mei 2024	Konsultasi Bab IV dan V	8.
9.	12 Juni 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	9.
10.	12 Juni 2024	ACC Kajian Agama Bab IV	10.
11.	13 Juni 2024	ACC Bab IV dan V	11.
12.	14 Juni 2024	ACC Seminar Hasil	12.
13.	21 Juni 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	13.
14.	27 Agustus 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	14.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
15.	13 September 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	15.
16.	1 Oktober 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	16.
17.	7 November 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	17.
18.	5 Desember 2024	ACC Matriks Revisi Seminar Hasil	18.
19.	5 Desember 2024	ACC Sidang Skripsi	19.
20.	19 Desember 2024	ACC Keseluruhan	20.

Malang, 20 Desember 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika

Dr. Elly Susanti, M.Sc.

NIP. 19741129 200012 2 005