

Penerapan K-Means *Clustering* Pada Ekspor Minyak Kelapa Sawit Menurut Negara Tujuan

Siti Hajar, Asril Andi Novany, Agus Perdana Windarto, Anjar Wanto, Eka Irawan

STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: sitihajar1632@gmail.com, asrilandinovany09@gmail.com, anjarwanto@amiktunasbangsa.ac.id, ekastikom18@gmail.com

Abstrak—Negara Indonesia adalah salah satu negara pengekspor ke negara-negara maju dan berkembang. Tujuan dari eksportir adalah untuk dapat memperoleh keuntungan. Penelitian ini membahas tentang Penerapan Data Mining Pada Ekspor Minyak Kelapa Sawit Menurut Negara Tujuan Menggunakan K-Means *Clustering* Method. Sumber data penelitian ini dikumpulkan berdasarkan dokumen-dokumen keterangan ekspor impor yang dihasilkan oleh Direktorat Jenderal Bea dan Cukai. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari tahun 2010- 2015 yang terdiri dari 6. Variable yang digunakan (1) jumlah ekspor berat bersih (netto). Data akan diolah dengan melakukan *Clustering* dalam 2 cluster yaitu cluster tingkat ekspor tinggi dan cluster tingkat ekspor rendah. Centroid data untuk cluster tingkat ekspor tinggi 5290,90 dan Centroid data untuk Centroid data untuk cluster tingkat ekspor rendah 12,70. Sehingga diperoleh penilaian berdasarkan indeks ekspor minyak kelapa sawit dengan 1 negara cluster tingkat ekspor tinggi yakni India dan 9 negara cluster tingkat ekspor rendah yakni Tiongkok, Singapura, Malaysia, Pakistan, Bangladesh, Sri Lanka, Mesir, Belanda, dan Jerman. Hal ini dapat menjadi masukan kepada pemerintah, negara yang menjadi prioritas tertinggi pada kegiatan ekspor minyak kelapa sawit berdasarkan klaster yang telah dilakukan.

Kata Kunci: *Clustering*, K-Means, Data Mining, Ekspor, Minyak Kelapa Sawit

1. PENDAHULUAN

Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*) adalah salah satu tanaman yang menghasilkan minyak nabati yang sangat penting. Sekarang ini, tanaman kelapa sawit tumbuh sebagai tanaman liar (hutan), setengah liar, dan sebagai tanaman budi daya yang banyak tersebar di berbagai Negara yang beriklim tropis bahkan mendekati subtropics seperti di Asia, Amerika Selatan, dan Afrika. Tanaman kelapa sawit (*Elaeis*) berasal dari Afrika, yaitu kawasan Nigeria di Afrika Barat. [1]

Indonesia sekarang ini adalah salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit pertama di dunia. Karena Indonesia merupakan salah satu Negara agraris yang beriklim tropis yang di dukung oleh sub sektor pertanian, salah satunya adalah perkebunan. perkebunan merupakan suatu sub sektor yang paling penting dalam sebuah pembangunan. Bagi Perkembangan Indonesia, transaksi berupa ekspor dan impor adalah kegiatan ekonomi yang paling penting karena menjadi sumber pendapatan devisa dan mampu menciptakan kesempatan kerja ataupun membuat lapangan pekerjaan serta dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam proses pengelolaan produksi. Hasil perkebunan yang diekspor dan menjadi komoditas unggulan bagi Negara kita adalah sawit. Minyak kelapa sawit merupakan komoditas yang paling utama ekspor indonesi dalam perdangan internasional.dan bagian yang paling penting dari kelapa sawit adalah buah nya yang dapat diolah menjadi minyak setengah jadi (*Crude Palm Oil*) dan minyak jadi (*Palm Oil*). Keunggulan minyak kelapa sawit (CPO) di Indonesia merupakan cerminan dari kondisi tanah yang sangat subur, curah hujan yang mencukupi serta sinar matahari yang mendukung untuk optimalisasi tanaman tersebut. [2] penelitian ini membahas tentang ekspor non migas yakni hasil pertanian dan perkebunan. Objek penelitian yang dilakukan adalah menitik beratkan pada ekspor minyak kelapa sawit berdasarkan Negara tujuan. Tersedia banyak cabang ilmu komputer yang dapat kita gunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang sifatnya kompleks. Cabang ilmu komputer tersebut adalah Artificial Intelligence seperti datamining [3]–[9], Sistem Pendukung Keputusan [10]–[23], sistem pakar [24], Jaringan Saraf Tiruan [25]–[28][29], [30], logika fuzzy [31] dan lain-lain. Penelitian ini menggunakan Data Mining dengan analisa klaster. Data yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan dokumen keterangan ekspor impor yang dihasilkan oleh Direktorat Jenderal Bea dan Cukai melalui situs <https://www.bps.go.id>. Dalam hal ini peneliti mengangkat topik ekspor minyak kelapa sawit berdasarkan negara tujuan dimana proses metode yang dilakukan adalah *Clustering*. Hasil dari *Cluster* dapat dijadikan masukan bagi negara indonesia sebagai bentuk pemetaan terhadap negara tujuan.

Data Mining adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggali informasi yang berharga dan berguna di dalam database. Data Mining adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan dan machine learning untuk menginteraksi mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terikat dari berbagai database besar [3]-[4].

K-Means adalah sebuah metode *Clustering* yang termasuk dalam pendekatan partitioning. Algoritma K-Means merupakan model *Centroid*. Mode *Centroid* adalah model yang menggunakan *Centroid* untuk membuat *Cluster*. *Centroid* adalah titik tengah suatu *Cluster*. *Centroid* berupa nilai. *Centroid* digunakan untuk menghitung jarak suatu objek data terhadap *Centroid*. Suatu objek data termasuk dalam *Cluster* jika memiliki jarak terpendek terhadap *Centroid Cluster* tersebut. Algoritma K-Means dapat diartikan sebagai algoritma pembelajaran yang sederhana untuk memecahkan suatu permasalahan pengelompokan yang bertujuan untuk meminimalkan kesalahan ganda [34].

Dan Menurut [32] dalam menentukan nilai *Centroid* untuk awal iterasi, nilai awal *Centroid* dilakukan secara acak. Sedangkan jika menentukan nilai *Centroid* yang merupakan tahap dari iterasi, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{v}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} x_{ki}$$

Menghitung jarak antara titik *Centroid* dengan titik tiap objek.

$$D_o = \sqrt{(x_i - s_i)^2 + (y_i - t_i)^2}$$

1. Pengelompokan object untuk menentukan anggota *Cluster* adalah dengan memperhitungkan jarak minimum objek.
2. Kembali ke tahap ke-2, lakukan perulangan hingga nilai *Centroid* yang dihasilkan tetap dan anggota *Cluster* tidak berpindah ke *Cluster* lain.

Rapid Miner adalah salah satu software untuk pengolahan *data mining*. Pekerjaan yang dilakukan oleh RapidMiner text mining adalah berkisar dengan analisis teks, mengekstrak pola-pola dari data set yang besar dan mengkombinasikannya dengan metode statistika, kecerdasan buatan, dan database. Tujuan dari analisis teks ini adalah untuk mendapatkan informasi bermutu tertinggi dari teks yang diolah.

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan k-means dalam meng*Cluster* ekspor minyak kelapa sawit berdasarkan negara tujuan. Hal ini dapat menjadi masukan kepada pemerintah, negara yang menjadi prioritas tertinggi pada kegiatan ekspor minyak kelapa sawit berdasarkan klaster yang telah dilakukan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Clustering merupakan salah satu teknik dari salah satu fungsionalitas data mining, algoritma *Clustering* merupakan algoritma pengelompokan sejumlah data menjadi kelompok-kelompok data tertentu (*Cluster*). Setiap *Cluster* memiliki *Centroid* yang merupakan suatu besaran yang dihitung dari rata-rata nilai tiap items dari suatu *Cluster* dan juga memiliki medoid yang merupakan item yang letaknya paling tengah. Sementara jarak antar *Cluster* didefinisikan dengan menggunakan beberapa metode-metode untuk menentukan *Cluster* mana yang berdekatan [32].

1. Single Link adalah jarak terkecil antara satu elemen *Cluster* dalam suatu *Cluster* dengan elemen dalam suatu *Cluster* dengan elemen lain di *Cluster* yang berbeda.
2. Complete Link adalah jarak terbesar antara satu elmen dalam suatu *Cluster* dengan elemen lain di *Cluster* yang berbeda.
3. Average adalah jarak rata-rata antara satu elemen dalam suatu *Cluster* dengan elemen lain di *Cluster* yang berbeda.
4. *Centroid* adalah jarak anatar *Centroid* dari tiap *Cluster* dengan *CentroidCluster* lainnya.
5. Medoid adalah jarak antara medoid dari tiap *Cluster* dengan medoid *Cluster* lainnya

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data yang diolah dalam penelitian ini merupakan sampel yang diambil dari <https://www.bps.go.id>. Data sampel yang akan diuji cobakan terdiri dari 10 negara.

Selanjutnya dicoba mengelompokkan data diatas menjadi 3 kelompok. Dengan menggunakan algoritma Kmeans, berikut langkah-langkah penyelesaiannya:

1. Menentukan Jumlah *Cluster*, jumlah *Cluster* merupakan jumlah kelompok yan akan dihasilkan. Dalam penelitian ini jumlah *Cluster* yang akan digunakan adalah sebanyak 3 *Cluster*.
2. Menentukan *Centroid* awal, *Centroid* awal diperoleh secara acak. *Centroid* awal merupakan titik pusat *Cluster* pertama. *Centroid* data awal dari penelitian ini adalah:

$$C1 = (5290,9)$$

$$C2 = (12,7)$$

Tabel 1. Espor Minyak Kelapa Sawit Menurut Negara Tujuan 2010 - 2015

Negara Tujuan	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Berat Bersih(Ribu Ton)					
Tiongkok	2174,40	2032,80	2842,10	2343,40	2357,30	3629,60
Singapura	696,8	737,2	952,1	844	789,1	782
Malaysia	1489,70	1532,60	1412,30	514,30	566,10	1200,10
India	5290,90	4980,00	5253,80	5634,10	4867,80	5737,70
Pakistan	90,30	279,20	749,10	1080,30	1814,80	2318,40
Bangladesh	771,20	804,90	743,50	655,40	1043,00	1132,00
Sri Lanka	12,70	25,40	10,80	29,40	38,90	50,00
Mesir	488,70	790,70	494,10	735,50	1010,30	1137,80
Belanda	1197,30	873,00	1358,30	1361,40	1218,90	1213,70
Jerman	379,30	263,60	219,50	283,10	186,50	229,30

Sumber: Badan Pusat Statistik, Url: <https://www.bps.go.id>

3. Menghitung jarak setiap data yang ada terhadap setiap pusat *Cluster*. Berikut perhitungannya:
 - a. Jarak antara data berat pertama dengan pusat *Cluster* pertama.

$$C1 = \sqrt{(2174,40 - 5290,9)^2 + (2032,80 - 5290,9)^2 + (2842,10 - 5290,9)^2 + (2343,40 - 5290,9)^2 + (2357,30 - 5290,9)^2 + (3629,60 - 5290,9)^2 =}$$

b. Jarak Antara data berat pertama dengan pusat Cluster ke dua

$$C1 = \sqrt{(2174,40 - 12,7)^2 + (2032,80 - 12,7)^2 + (2842,10 - 12,7)^2 + (2343,40 - 12,7)^2 + (2357,30 - 12,7)^2 + (3629,60 - 12,7)^2 =}$$

Adapun hasil dari perhitungan dari keseluruhan data terhadap tiap pusat Cluster awal disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Jarak Data Pada Masing – Masing *Centroid*

C1	C2
6766.66313	6345.2332
10547.8525	1903.3904
9985.61788	2872.835
830.1	12921.708
9533.58139	3165.3394
10102.2147	1937.4621
11896.4628	483.3
10317.8392	2292.0559
9488.79566	2585.7456
11603.483	4830.7344

4. Pengelompokan data Cluster, setelah perhitungan jarak data pada *Centroid*, langkah selanjutnya adalah pengelompokan data. Berikut adalah hasil pengelompokannya. Perhitungan dapat dilakukan secara manual dengan menggunakan microsoft excel.

Tabel 3. Hasil Pengelompokan Data

C1	C2	C1	C2
6766.66313	6345.2332		1
10547.8525	1903.3904		1
9985.61788	2872.835		1
830.1	12921.708	1	
9533.58139	3165.3394		1
10102.2147	1937.4621		1
11896.4628	483.3		1
10317.8392	2292.0559		1
9488.79566	2585.7456		1
11603.483	4830.7344		1

5. Setelah semua data ditempatkan kedalam Cluster yang terdekat, kemudian hitung kembali pusat Cluster yang baru berdasarkan rata-rata anggota ada pada Cluster tersebut.

Tabel 4. *Centroid* Baru

C1	C2
6766.66313	3843.46137
11033.8387	747.776679
10314.6573	1141.60297
0	10457.7183
10544.2637	1734.67109
11223.7111	1444.03827
12733.2731	2309.19168
10761.8041	392.542935
10535.6903	1380.36278
11289.3474	3753.10873

Setelah didapat titik pusat baru dari tiap Cluster, hitung kembali data dengan pusat Cluster yang baru sampai didapat pola terakhir yang sudah tidak berpindah, dalam penelitian ini. Data dihitung ualng sampai iterasi ke 2, dimana satiap Cluster tidak berubah lagi dan tidak ada lagi data yang berpindah dari satu Cluster ke Cluster lainnya.

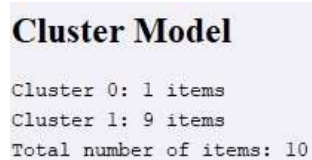
6. Menghitung jarak data ke *Centroid* yang baru untuk iterasi berikutnya. Dengan menggunakan nilai *Centroid* yang baru, jarak ke masing-masing *Centroid* dihitung sampai group baru sama dengan group lama atau group sebelumnya.
7. Menghitung jarak data ke *Centroid* yang baru untuk iterasi berikutnya. Dengan menggunakan nilai *Centroid* yang baru, jarak ke masing-masing *Centroid* dihitung sampai group baru sama dengan group lama atau group sebelumnya.

Tabel 5. Hasil dan Pola Terakhir Jarak Antara *Centroid* dan Pusat *Cluster*.

C1	C2	C1	C2
	1		1
	1		1
	1		1
1		1	
	1		1
	1		1
	1		1
	1		1
	1		1
	1		1

Data yang dikelompokkan pada *Cluster 1* berjumlah 1 data, di *Cluster 2* berjumlah 9 data. Jika hasil antara iterasi sudah sama dengan iterasi sebelumnya, maka dapat dikatakan hasil penelitian telah selesai.

8. Pengujian dengan aplikasi yang telah ditentukan. Hasil dari analisis diuji lagi dengan menggunakan Rapid Miner yang sudah ada. Dengan memasukkan data hasil analisis ke Rapid Miner. Pada Text View maka akan menampilkan cluster model. Cluster model yang diperoleh dari hasil pengujian terhadap data menggunakan k-means *Clustering* terlihat pada gambar 1.



Gambar1. Cluster Model

Dapat dilihat cluster model yang dihasilkan terdiri dari cluster 0 yaitu 1 items, cluster 1 terdiri dari 9 items. Dari total jumlah 10 items.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ekspor minyak kelapa sawit dapat disimpulkan dengan menggunakan Metode Algoritma K-Means *Clustering*, dapat menentukan pengelompokan ekspor minyak kelapa sawit. Dengan menginput data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tahun 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015. Output ditampilkan dari data yang digunakan yaitu berupa pengelompokan data berdasarkan algoritma K-Means. Data akan diolah dengan melakukan *Clustering* dalam 2 cluster yaitu cluster tingkat ekspor tinggi dan cluster tingkat ekspor rendah. Centroid data untuk cluster tingkat ekspor tinggi 5290,90 dan Centroid data untuk cluster tingkat ekspor rendah 12,70. Sehingga diperoleh penilaian berdasarkan indeks ekspor minyak kelapa sawit dengan 1 negara cluster tingkat ekspor tinggi yakni India dan 9 negara cluster tingkat ekspor rendah yakni Tiongkok, Singapura, Malaysia, Pakistan, Bangladesh, Sri Lanka, Mesir, Belanda, dan Jerman. Dengan adanya software Rapid Miner dalam penelitian ini maka keakuratan data akan cukup baik terhadap permasalahan yang terjadi dengan ekspor minyak kelapa sawit dengan hasil 70% dapat mengenali data pada 10 data yang digunakan sebagai sampel. Dan hasil dari penelitian dapat digunakan untuk mengetahui jumlah ekspor minyak kelapa sawit menurut negara tujuan.

REFERENCES

- [1] S. Djoehana, *KELAPA SAWIT*, Revisi. Yogyakarta: KANISIUS, 2006.
- [2] K. Nadiatul, "ANALISIS EKSPOR MINYAK KELAPA SAWIT (CPO) INDONESIA KE INDIA TAHUN 1990-2015," *ABA J.*, vol. 102, no. 4, pp. 1–2, 2017, doi: 10.1002/ejsp.2570.
- [3] W. Katrina, H. J. Damanik, F. Parhusip, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "C.45 Classification Rules Model for Determining Students Level of Understanding of the Subject," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 12005, pp. 1–7, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012005.
- [4] M. Widyastuti, A. G. Fepdiani Simanjuntak, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Classification Model C.45 on Determining the Quality of Customer Service in Bank BTN Pematangsiantar Branch," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 12002, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012002.
- [5] Sudirman, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Data mining tools | rapidminer: K-means method on clustering of rice crops by province as efforts to stabilize food crops in Indonesia," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 420, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/420/1/012089.
- [6] R. W. Sari, A. Wanto, and A. P. Windarto, "Implementasi Rapidminer Dengan Metode K-Means (Study Kasus: Imunisasi Campak Pada Balita Berdasarkan Provinsi)," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 224–230, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.930.

- [7] N. Rofiqo, A. P. Windarto, and D. Hartama, "Penerapan Clustering Pada Penduduk Yang Mempunyai Keluhan Kesehatan Dengan Datamining K-Means," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 216–223, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.929.
- [8] M. G. Sadewo, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Penerapan Algoritma Clustering Dalam Mengelompokkan Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Upaya Antisipasi/ Mitigasi Bencana Alam Menurut Provinsi Dengan K-Means," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 311–319, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.943.
- [9] D. Hartama, A. Perdana Windarto, and A. Wanto, "The Application of Data Mining in Determining Patterns of Interest of High School Graduates," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1339, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1339/1/012042.
- [10] D. R. Sari, N. Rofiqo, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the Factors Causing Lazy Students to Study Using the ELECTRE II Algorithm," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012007.
- [11] R. W. Sari, A. P. Windarto, S. P. Keputusan, P. Kreatifitas, M. Pkm, and A. D. A. N. Pembahasan, "Penerapan Electree Pada Seleksi Proposal Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) di STIKOM Tunas Bangsa," in *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) SAINTEKS 2019*, 2019, pp. 800–806.
- [12] F. Syahputra, M. Mesran, I. Lubis, and A. P. Windarto, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Guru Berprestasi Kota Medan Menerapkan Metode Preferences Selection Index (Studi Kasus : Dinas Pendidikan Kota Medan)," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 147–155, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.921.
- [13] P. P. P. A. N. W. F. I. R. H. Zer, Masitha, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the ELECTRE Method on the Selection of Student Creativity Program Proposals," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012011.
- [14] P. P. P. A. N. W. F. I. R. H. Zer, D. Hartama, and A. P. Windarto, "Analisis Komparasi Metode AHP dan TOPSIS dalam Pemilihan Asuransi Kategori Kesehatan Terbaik PT . Prudential," in *Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI) SENSASI 2019*, 2018, pp. 427–432.
- [15] M. Widyastuti, F. R. S. Samosir, A. P. Windarto, and D. Hartama, "Implementasi Metode Promethee Dalam Pemilihan Kenaikan Jabatan Sous Chef Menjadi Chef," *Teknol. Komput. Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 807–812, 2019.
- [16] S. Sundari, Karmila, M. N. Fadli, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Decision Support System on Selection of Lecturer Research Grant Proposals using Preferences Selection Index," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012006.
- [17] P. Alkhairi, L. P. Purba, A. Eryzha, A. P. Windarto, and A. Wanto, "The Analysis of the ELECTREE II Algorithm in Determining the Doubts of the Community Doing Business Online," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012010.
- [18] D. N. Batubara, D. R. Sitorus P, and A. P. Windarto, "Penerapan Metode PROMETHEE II Pada Pemilihan Situs Travel Berdasarkan Konsumen," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 8, no. 1, pp. 46–52, 2019, doi: 10.32736/sisfokom.v8i1.598.
- [19] K. Fatmawati *et al.*, "Analysis of Promethee II Method in the Selection of the Best Formula for Infants under Three Years," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012009.
- [20] T. Imandasari, A. P. Windarto, and D. Hartama, "Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) Analisis Metode MAUT Pada Pemilihan Deodorant," in *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) SAINTEKS 2019*, 2019, pp. 736–739.
- [21] K. F. Irnanda, F. N. Arifah, M. R. Raharjo, A. Arifin, and A. P. Windarto, "The selection of Calcium Milk Products that are appropriate for advanced age using PROMETHEE II Algorithm," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1381, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1381/1/012070.
- [22] T. Imandasari, M. G. Sadewo, A. P. Windarto, A. Wanto, H. O. Lingga Wijaya, and R. Kurniawan, "Analysis of the Selection Factor of Online Transportation in the VIKOR Method in Pematangsiantar City," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 12008, pp. 1–7, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012008.
- [23] T. Imandasari and A. P. Windarto, "Penerapan Metode VIKOR Pada Pemilihan Popok Bayi Berdasarkan Jenis Kulit," *Semin. Nas. Sains Teknol. Inf.*, pp. 215–220, 2018.
- [24] Hamdani, "Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Mata Pada Manusia," vol. 5, no. 2, pp. 13–21, 2010.
- [25] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and Solikhun, "IMPLEMENTASI JST PADA PREDIKSI TOTAL LABA RUGI KOMPRESIF BANK UMUM KONVENSIONAL DENGAN BACKPROPAGATION," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 411–418, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854767.
- [26] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and Solikhun, "MODEL ARSITEKTUR NEURAL NETWORK DENGAN BACKPROPOGATION PADA PREDIKSI TOTAL LABA RUGI KOMPRESIF BANK UMUM KONVENSIONAL," *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 147–158, 2018.
- [27] A. P. Windarto, L. S. Dewi, and D. Hartama, "Implementation of Artificial Intelligence in Predicting the Value of Indonesian Oil and Gas Exports With BP Algorithm," *Int. J. Recent Trends Eng. Res.*, vol. 3, no. 10, pp. 1–12, 2017, doi: 10.23883/IJRTER.2017.3482.J5BBS.
- [28] Sumijan, A. P. Windarto, A. Muhammad, and Budiharjo, "Implementation of Neural Networks in Predicting the Understanding Level of Students Subject," *Int. J. Softw. Eng. Its Appl.*, vol. 10, no. 10, pp. 189–204, 2016.
- [29] Budiharjo, T. Soemartono, A. P. Windarto, and T. Herawan, "Predicting tuition fee payment problem using backpropagation neural network model," *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 120, pp. 85–96, 2018, doi: 10.14257/ijast.2018.120.07.
- [30] Budiharjo, T. Soemartono, A. P. Windarto, and T. Herawan, "Predicting School Participation in Indonesia using Back-Propagation Algorithm Model," *Int. J. Control Autom.*, vol. 11, no. 11, pp. 57–68, 2018.
- [31] C. C. Lee, "Fuzzy Logic in Control Systems : Fuzzy," no. 2, 1990.
- [32] F. L. Sibuea, A. Saptia, S. Informasi, and S. Royal, "PEMETAAN SISWA BERPRESTASI MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING," vol. IV, no. 1, 2017.
- [33] K. Tampubolon, H. Saragih, B. Reza, K. Epicentrum, A. Asosiasi, and A. Apriori, "IMPLEMENTASI DATA MINING ALGORITMA APRIORI PADA SISTEM PERSEDIAAN ALAT-ALAT KESEHATAN," *Inf. dan Teknol. Ilm.*, vol. Volume : I, pp. 93–106, 2013.
- [34] A. P. Windarto, "Penerapan Datamining Pada Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Menggunakan K-Means Clustering Method," *Techno.Com*, vol. 16, no. 4, pp. 348–357, 2017, doi: 10.33633/tc.v16i4.1447.