

Di era perkembangan teknologi saat ini yang semakin kompleks dan maju menjadikan proses logistik juga berkembang supaya semakin efisien, dimana persyaratan logistik yang tinggi seperti keandalan, transparansi, dan fleksibilitas dengan kondisi ekonomi yang optimal untuk membangun fondasi *supply chain* yang optimal (Wenzel et al., 2019). Teknik *Machine Learning* sudah banyak diimplementasikan untuk memecahkan masalah dunia nyata salah satunya *Supply Chain Management*.

```

graph TD
    BU[Business Understanding] <--> DU[Data Understanding]
    DU --> DP[Data Preparation]
    DP <--> M[Modeling]
    M --> E[Evaluation]
    E --> D[Deployment]
    D --> BU
    D((Data))
  
```

Gambar 1. Proses Standar Lintas Industri untuk Data Mining

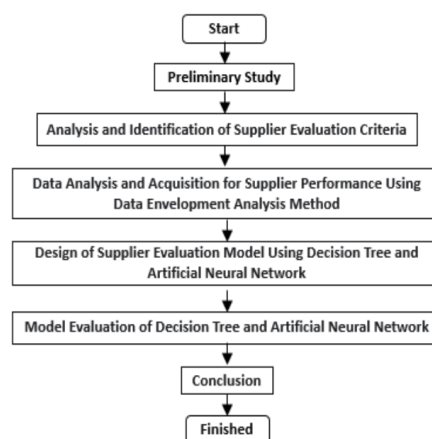
*Supply Chain Management* atau SCM adalah cara untuk mengelola aliran material dan informasi sebagai fasilitas pendukung antara pemangku kepentingan *supply chain*, termasuk pemasok, penjual, perencanaan pembuatan produk, perencanaan integrasi produk, fasilitas pergudangan, pusat distribusi, dan pengecer (Wahyudi & Asrol, 2022). Tujuan utama dari SCM adalah untuk memenuhi kebutuhan pelanggan sekaligus mengoptimalkan biaya dalam hal persediaan, sumber daya, dan proses dalam jaringan pada waktu yang sama, yang mana untuk mencapai tujuan ini diperlukan sejumlah sub-tujuan misalnya meningkatkan orientasi dan kepuasan pelanggan, peningkatan kemampuan pengiriman, dan pengurangan waktu tunggu (Wenzel et al., 2019). Dengan SCM ini produk dapat diproduksi dan didistribusikan dalam jumlah yang tepat ke lokasi yang tepat dan pada waktu yang tepat. Hal ini untuk meminimalkan biaya dan meningkatkan tingkat kepuasan pelayanan. Pada penelitian ini, desain model evaluasi kinerja pemasok untuk perusahaan yang memproduksi keju cheddar olahan disajikan dengan membandingkan model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan *Decision Tree*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kriteria evaluasi kinerja pemasok dan mengembangkan model *machine learning* untuk mengevaluasi kinerja pemasok pada industri makanan. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data kinerja pemasok berdasarkan kriteria yang dapat diandalkan dari 2018 hingga Desember 2020 yang diperoleh industri keju cheddar.

Permasalahan kasus di penelitian ini yaitu dalam pemilihan pemasok yang merupakan salah satu masalah terpenting perusahaan yang harus dipertimbangkan secara sistematis oleh para pengambil keputusan. Pemilihan pemasok mempertimbangkan beberapa faktor, seperti biaya persediaan dan transportasi, ketersediaan pasokan, kinerja pengiriman, dan kualitas pemasok. Penentuan kriteria pemasok yang akan digunakan harus mencerminkan strategi rantai pasok perusahaan (Wahyudi & Asrol, 2022). Pemilihan pemasok didefinisikan sebagai proses menemukan pemasok yang mampu menyediakan produk atau layanan yang tepat kepada pembeli dengan harga yang tepat dengan jumlah yang tepat, dan dalam waktu yang tepat.

Analisis data envelopment untuk evaluasi pemasok. *Data Envelopment Analysis* (DEA) merupakan teknik pemrograman matematika, yang membangun program linier untuk mengidentifikasi batas produksi non-parametrik. DEA adalah alat manajemen untuk mengevaluasi tingkat efisiensi relatif dari DMU (*Decision Making Unit*) yang nonparametrik dan multifaktor, baik input maupun output.

Dalam penelitian ini perusahaan mengalami kendala dalam mengevaluasi pemasok berdasarkan kriteria yang sesuai dengan perusahaan, dan perusahaan membutuhkan suatu model pemilihan pemasok agar pemasok dapat menjalankan kewajibannya dalam menyediakan bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi di rantai pasokan yang mana tidak ada penundaan dalam memenuhi permintaan konsumen.

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data sampel yang diperoleh dari perusahaan kemudian dilakukan *data pre-processing*. Sebagai tahap awal pengolahan data, penelitian ini menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA). Hasil evaluasi dengan metode DEA akan digunakan sebagai dasar untuk membandingkan kedua teknik klasifikasi dalam data mining. Teknik data mining memiliki kelebihan yaitu dapat mencakup permasalahan yang kompleks dan penuh kepastian serta memiliki fleksibilitas yang tinggi. *Decision Tree* (DT) merupakan struktur diagram alur yang menyerupai pohon, dimana setiap simpul internal mewakili pengujian pada atribut, setiap cabang mewakili hasil pengujian, dan simpul daun mewakili kelas atau distribusi kelas.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

*Artificial Neural Network* (ANN) adalah paradigma pemrosesan informasi, dimana struktur sistem pemrosesan informasi ANN ini terdiri dari sejumlah besar pengolahan elemen (neuron) yang saling berhubungan, bekerja secara bersamaan untuk memecahkan masalah tertentu. Keakuratan model untuk membandingkan DT dan ANN menggunakan matriks kebingungan. *Confusion matrix* adalah salah satu alat analitik prediktif yang menampilkan dan membandingkan nilai aktual atau nilai aktual dengan nilai prediksi model. Empat nilai yang dihasilkan pada tabel confusion matrix yaitu TP (*True Positive*), FN (*False Negative*), FP (*False Positive*), dan TN (*True Negative*).

		Predicted class	
		P	N
Actual Class	P	True Positives (TP)	False Negatives (FN)
	N	False Positives (FP)	True Negatives (TN)

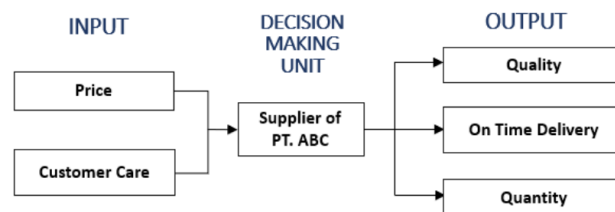
Gambar 3. Confusion Matrix

Kriteria evaluasi pemasok yang tepat untuk perusahaan berdasarkan hubungan kriteria penilaian dengan visi misi perusahaan dan sistem manajemen mutu keamanan pangan (ISO 22000) yaitu lima kriteria yang terdiri dari harga (P), layanan pelanggan (CC), kualitas (Q), pengiriman tepat waktu (OTD), dan kualitas (QTY). Supplier yang akan dianalisa adalah supplier yang merupakan supplier keju cheddar, bahan baku yang merupakan bahan baku utama, masing-masing supplier dibagi menjadi *Decision Making Unit* (DMU). Variabel input dan output yang diidentifikasi adalah kriteria kapabilitas dan kinerja DMU.

Tabel 1. Criteria Relationship in the Food Industry

No	The relationship with the procurement of raw materials	Supplier Performance Assessment Criteria				
		P	CC	Q	OTD	QTY
Company Vision and Mission						
1	Raw materials according to standard formula			√	√	√
	Availability of raw materials	√	√	√	√	√
	HALAL certified		√	√		
	Price is competitive	√				
2	Quality meet to RnD request		√	√		
3	Availability		√	√	√	√
	Documentation data can be fulfilled		√			
Food Safety Management (ISO 22000)						
4	Good communication in the procurement process		√			
5	Good system management					
	Documentation management	√		√	√	
6	Well packaged		√	√		√
	Cooperative suppliers in providing assistance and solutions		√			
	Delivery of raw materials is safe from contamination of hazardous materials			√	√	

Berdasarkan hasil penentuan variabel yang dihasilkan melalui proses brainstorming dengan perusahaan yang sudah disesuaikan dengan kondisi pemasok yang diharapkan oleh perusahaan didapatkan variabel input yang merupakan variabel sumber daya yang dapat mempengaruhi kinerja pemasok dalam memenuhi kebutuhan pemesanan, sedangkan variabel output merupakan hasil yang diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan sebagai konsumen.



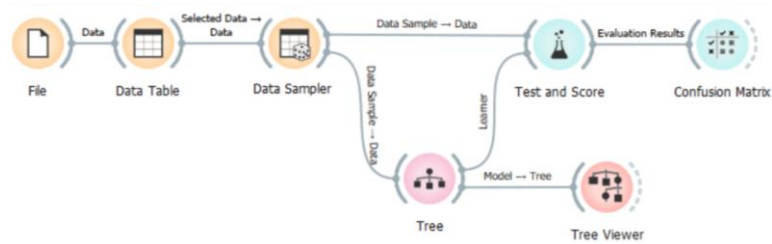
Gambar 4. DEA Descision Model

Tabel 2. Distribution of DMU Suppliers

Status	Value
Efficient	0.950 - 1,000
Not efficient	0.000 - 0.949

Tabel 3. Hasil Nilai Efisiensi dengan Metode DEA

Supplier	Period	Input		Output			Efficiency Score	
		P	C	Q	QTY	OTD	DEA	Status
NZ A	Nov-20	73	82	94	98	90	1.000	Efficient
NZ A	Dec-20	73	85	93	99	90	1.000	Efficient
NZ B	Nov-20	76	82	95	95	90	0.968	Efficient
NZ B	Dec-20	76	85	95	98	90	0.961	Efficient
AUS	Nov-20	75	82	95	94	90	0.976	Efficient
AUS	Dec-20	75	78	92	94	90	0.992	Efficient
ARG	Nov-20	78	85	96	91	90	0.946	Not efficient
ARG	Dec-20	78	85	93	97	90	0.945	Not efficient
USA A	Nov-20	79	73	92	94	80	0.990	Efficient
USA A	Dec-20	79	73	90	92	100	1.000	Efficient
USA B	Nov-20	78	80	99	91	100	0.968	Efficient
USA B	Dec-20	78	80	91	89	80	0.960	Efficient

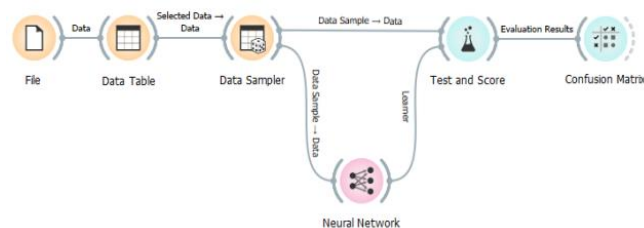


Gambar 5. Ilustrasi Decision Tree

Sampel data yang diolah sebanyak 216 data, dengan rincian masing-masing DMU memiliki 5 kriteria masing-masing dengan rentang waktu penilaian selama tiga tahun yaitu dari Januari 2018 sampai dengan Desember 2020.

Tabel 4. Confusion Matrix of Decision Tree Model

		Predicted		
		EFFICIENT	NOT EFFICIENT	$\Sigma$
	EFFICIENT	70	12	82
	NOT EFFICIENT	12	58	70
$\Sigma$		82	70	152



Gambar 6. Ilustrasi Model ANN

Tabel 5. Congusion Matrix of ANN

		Predicted		
		EFFICIENT	NOT EFFICIENT	$\Sigma$
actual	EFFICIENT	77	5	82
	NOT EFFICIENT	6	64	70
$\Sigma$		83	69	152

Keakurasian model dihitung melalui *confusion matrix*, digambarkan bahwa terdapat 24 kelas dengan kesalahan klasifikasi dalam model dibandingkan dengan data yang sebenarnya. Sedangkan dalam pengolahan ANN, menggunakan 100 neuron yang dihitung melalui *confusion matrix*.

Tabel 6. Perbandingan akurasi model hybrid

Model	Accuracy
Decision Tree	84.2%
ANN	92.8%

Hasil evaluasi akan dibandingkan untuk mengetahui model yang paling akurat dan akan dipilih sebagai model terbaik untuk penilaian kinerja pemasok. Dapat disimpulkan bahwa model ANN dengan akurasi 92,8% memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan model *decision tree* dengan nilai akurasi 84,2%. Model ANN merupakan model terbaik dalam proses evaluasi kinerja pemasok keju cheddar olahan, dengan mengevaluasi model menggunakan ORANGE Data Mining.

Berdasarkan penelitian mengenai perancangan model evaluasi kinerja suplier pada industri olahan keju cheddar dapat diambil kesimpulan bahwa metode *Artificial Neural Network* lebih baik daripada model *Decision Tree*, karena dari mode ANN didapat aturan dan model pemilihan pemasok yang dapat mengklasifikasikan pemasok ke dalam kategori pemasok yang efisien dan tidak efisien. Dengan tetap mempertimbangkan visi dan misi perusahaan serta standar keamanan mutu pangan (ISO 22000 dan HACCP) untuk merancang evaluasi kinerja pemasok dalam rantai pasokan perusahaan di bidang makanan.

## Daftar Pustaka

- Mauritsius, T., & Binsar, F. (2020). *Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)*. <https://mmsi.binus.ac.id/2020/09/18/cross-industry-standard-process-for-data-mining-crisp-dm/>
- Wahyudi, S., & Asrol, M. (2022). Designing a Supplier Evaluation Model in the Cheese Industry Using Hybrid Method. *Academic Journal of Manufacturing ...*, 20(2), 27–35. [https://www.ajme.ro/PDF\\_AJME\\_2022\\_2/L4.pdf](https://www.ajme.ro/PDF_AJME_2022_2/L4.pdf)
- Wenzel, H., Smit, D., Sardesai, S., Kersten, W., Blecker, T., & Ringle, C. M. (2019). *A Literature Review on Machine Learning in Supply Chain Management Published in: Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management epubli CC-BY-SA 4.0*. <https://doi.org/10.15480/882.2478>