

**PERANCANGAN DATA WAREHOUSE  
UNTUK OPTIMALISASI KINERJA KAPAL BERBASIS BIG DATA**

**LAPORAN TUGAS BESAR  
MATA KULIAH PERGUDANGAN DATA**



Disusun Oleh:

- |                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 1. Ibnu Farhan Al-Ghifari        | 121450121 |
| 2. Raid Muhammad Naufal          | 122450027 |
| 3. Berliana Enda Putri           | 122450065 |
| 4. Danang Hilal Kurniawan        | 122450085 |
| 5. Akmal Faiz Abdillah           | 122450114 |
| 6. Fayyaza Aqila Syafitri Achjar | 122450131 |

**PROGRAM STUDI SAINS DATA  
FAKULTAS SAINS  
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA  
2025**

## 1. Ringkasan Kebutuhan

Dalam konteks industri pelayaran modern, pengambilan keputusan yang cepat dan akurat tidak hanya bergantung pada intuisi atau pengalaman, melainkan pada data yang terintegrasi, *real-time*, dan relevan. Tantangan seperti inefisiensi bahan bakar, jadwal pemeliharaan yang tidak optimal, serta kesalahan dalam perencanaan rute dan alokasi kapal, semuanya dapat dianalisis dan diminimalkan dengan pendekatan *data-driven*. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem *data warehouse* yang mampu mengintegrasikan data mentah dari berbagai sumber menjadi informasi analitik yang dapat diandalkan untuk mendukung efisiensi, keselamatan, dan daya saing bisnis maritim.

### 1.1. Identifikasi Sistem Sumber

Berikut adalah tabel yang mengidentifikasi sistem yang merangkum sumber data yang relevan dalam bisnis kapal ini.

Tabel 1.1. Sistem Sumber Data

Sumber Data	Deskripsi	Jenis Informasi
Sensor Kapal	Menghasilkan data real-time yang berkaitan dengan kondisi teknis kapal.	Kecepatan kapal, konsumsi bahan bakar, suhu mesin, tekanan, getaran.
AIS (Automatic Identification System)	Sistem identifikasi otomatis yang memancarkan data navigasi kapal.	Posisi (latitude, longitude), arah pelayaran, pelabuhan asal dan tujuan.
Data Cuaca	Data eksternal yang dikumpulkan dari stasiun cuaca atau satelit, mempengaruhi keselamatan dan efisiensi pelayaran.	Kecepatan angin, suhu udara, curah hujan, tinggi gelombang laut.
Sistem Logistik & Perencanaan Rute	Sistem internal yang mendukung pengaturan operasional kapal dan perencanaan navigasi.	Jalur pelayaran, status pelabuhan, jadwal keberangkatan dan kedatangan kapal.
Data Pemeliharaan & Kargo	Data operasional yang digunakan untuk pengelolaan servis kapal dan pengangkutan muatan.	Jadwal dan jenis servis, jenis barang, berat muatan, kondisi kargo.

Tabel ini membantu dalam memetakan sumber data utama yang menjadi landasan penerapan *Big Data* dalam bisnis maritim ini.

### 1.2. Penerapan Proses Derivasi

Dalam industri pelayaran modern, data operasional kapal yang direkam melalui sensor teknis dan log pelayaran, seperti kecepatan, konsumsi bahan bakar, suhu mesin, tekanan, dan estimasi waktu tiba, menjadi kandidat utama untuk tabel fakta dalam skema multidimensional dimana fokus analisis terletak pada aktivitas kapal per perjalanan (*per voyage*). Oleh karena itu, data dari berbagai sumber dikonsolidasikan menjadi entitas fakta *Fact\_Ship\_Data*, yang merepresentasikan data operasional kapal secara rinci pada level perjalanan (*voyage-level*). Setiap entri pada tabel fakta ini terhubung langsung dengan sejumlah dimensi pendukung, yaitu *vessel*, *navigational*, *weather*, *position*, *route*, *ship sensor*, dan *time*, yang memungkinkan analisis komprehensif terhadap performa operasional kapal dalam setiap perjalanan.

### 1.3. Dimensi dan Hierarki Potensial

#### 1.3.1. Dimensi Kapal (*Dim\_Vessel*)

Dimensi ini menyimpan identitas teknis kapal, seperti nama kapal dan nomor IMO, yang dapat digunakan untuk analisis berdasarkan jenis armada. Struktur hierarki dari dimensi ini yaitu *Vessel Name* → *IMO Number* → *Fleet Name*.

#### 1.3.2. Dimensi Navigasi (*Dim\_Navigational*)

Dimensi ini mencakup parameter navigasi yang diperoleh dari sistem AIS dan perangkat navigasi lainnya, termasuk kecepatan kapal, jalur pelayaran, serta kedalaman laut. Struktur hierarki dari dimensi ini yaitu *Navigation Source* (AIS/ARPA) → *Course* → *Speed* → *Rate of Turn* → *Depth*.

#### 1.3.3. Dimensi Cuaca (*Dim\_Weather*)

Dimensi ini berisi kondisi cuaca selama pelayaran yang berdampak langsung terhadap efisiensi dan keselamatan kapal. Struktur hierarki dari dimensi ini yaitu *Weather Condition* → *Wind Speed* → *Humidity* → *Temperature* → *Air Pressure*.

#### 1.3.4. Dimensi Posisi (*Dim\_Position*)

Dimensi ini menjelaskan lokasi geografis kapal berdasarkan posisi dan orientasi arah. Struktur hierarki dari dimensi ini yaitu *Position* → *Heading* → *Heeling Roll* → *Rudder Angle*.

#### 1.3.5. Dimensi Rute (*Dim\_Route*)

Dimensi ini mewakili jalur pelayaran yang ditempuh kapal, termasuk jarak dan titik navigasi yang digunakan. Struktur hierarki dari dimensi ini yaitu *Waypoint* → *Route Path* → *Ground Distance* → *Water Distance*.

#### 1.3.6. Dimensi Sensor Kapal (*Dim\_Ship\_Sensor*)

Berisi status berbagai sensor internal kapal seperti kelembaban, pintu ruang mesin, dan sistem *transducer*. Struktur hierarki dimensi ini yaitu *Sensor Type* → *System Status* (*BAMS*, *Door*, *Internal Humidity*) → *Operational Condition*.

#### 1.3.7. Dimensi Waktu (*Dim\_Time*)

Dimensi waktu merekam aspek temporal perjalanan kapal dengan tingkat granularitas harian. Dimensi ini memungkinkan analisis performa berdasarkan periode tertentu. Struktur hierarki dimensi ini yaitu *Date* → *Hour* → *Month* → *Year*.

### 1.4. Ringkasan Hasil Proses Derivasi

Tabel berikut menyajikan ringkasan hasil dari proses derivasi data secara sistematis, yang mencakup identifikasi fakta utama, metrik-metrik yang akan dianalisis, serta dimensi-dimensi terkait beserta struktur hierarki masing-masing.

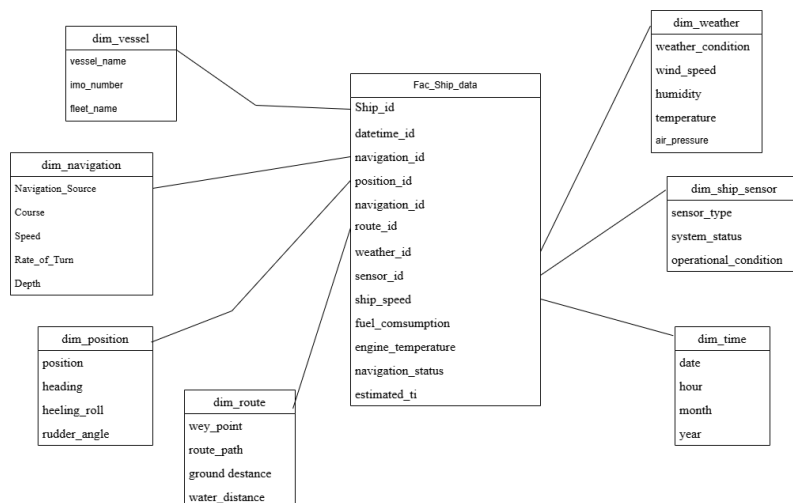
Tabel 1.4. Hasil Proses Derivasi

Fakta	Metrik	Dimensi dan Kardinalitas	Hierarki dan Level
-------	--------	--------------------------	--------------------

Ship Data	<i>Fuel Consumption</i> (Konsumsi Bahan Bakar) <i>Ship Speed</i> (Kecepatan Kapal) <i>Engine Temperature</i> (Temperatur Mesin) <i>Estimated Time of Arrival</i> (Perkiraan Waktu Kedatangan)	<i>Vessel</i> (Kapal) 1:n	<i>Vessel Name</i> → <i>IMO Number</i> → <i>Fleet Name</i>
		<i>Navigational</i> (Navigasi) 1:n	<i>Navigation Source (AIS)</i> → <i>Course</i> → <i>Speed</i> → <i>Rate of Turn</i> → <i>Depth</i>
		<i>Weather</i> (Cuaca) 1:n	<i>Weather Condition</i> → <i>Wind Speed</i> → <i>Humidity</i> → <i>Temperature</i> → <i>Air Pressure</i>
		<i>Position</i> (Posisi) 1:n	<i>Position</i> → <i>Heading</i> → <i>Heeling</i> → <i>Roll</i> → <i>Rudder Angle</i>
		<i>Route</i> (Rute) 1:n	<i>Waypoint</i> → <i>Route Path</i> → <i>Ground Distance</i> → <i>Water Distance</i>
		<i>Ship Sensor</i> (Sensor Kapal) 1:n	<i>Sensor Type</i> → <i>System Status (BAMS, Door, Internal Humidity)</i> → <i>Operational Condition</i>
		<i>Time</i> (Waktu) 1:n	<i>Date</i> → <i>Hour</i> → <i>Month</i> → <i>Year</i>

## 2. Skema Konseptual Multidimensi

Arsitektur *data warehouse* pada sistem ini menggunakan pendekatan multidimensional untuk mendukung analisis operasional kapal. Struktur ini terdiri dari satu tabel fakta utama, *Fact\_Ship\_Data*, yang mencatat aktivitas dan performa kapal, serta beberapa tabel dimensi yang menyediakan konteks analitik. Tampilan skema bintang yang dirancang berdasarkan atribut-atribut relevan dalam sistem dapat dilihat pada gambar 2. Skema bintang yang digunakan memungkinkan analisis performa kapal secara komprehensif dengan menggabungkan informasi teknis, lingkungan, dan temporal untuk mendukung pemantauan, perencanaan rute, serta pengambilan keputusan berbasis data secara efisien.



Gambar 2. Star Schema Sistem

### 3. Penjelasan Setiap Komponen

#### 3.1. Tabel Fakta

Tabel 3.1 Tabel Fakta

Atribut	Tipe data	Deskripsi
<i>Ship_id</i>	INT	ID unik kapal
<i>datetime_id</i>	INT	Kunci waktu
<i>navigation_id</i>	INT	Kunci navigasi
<i>position_id</i>	INT	Kunci lokasi
<i>route_id</i>	INT	Kunci rute
<i>weather_id</i>	INT	Kunci cuaca
<i>sensor_id</i>	INT	Kunci sensor teknis
<i>ship_speed</i>	FLOAT	Kecepatan kapal (knot)
<i>fuel_consumption</i>	FLOAT	Konsumsi bahan bakar (liter/jam)
<i>engine_temperature</i>	FLOAT	Suhu mesin utama
<i>navigation_status</i>	STRING	Status navigasi (aktif/siaga)
<i>estimated_time</i>	DATETIME	Perkiraan waktu kedatangan (ETA)

Tabel fakta ini mencakup atribut-atribut kunci yang berfungsi sebagai penghubung ke tabel dimensi. Atribut ini memungkinkan analisis operasional yang menyeluruh guna mendukung dalam pengambilan keputusan strategis bisnis kapal ini.

#### 3.2. Tabel Dimensi

Tabel 3.2 Tabel Dimensi

Dimensi	Atribut	Hirarki
<i>dim_navigation</i>	<i>direction, navigation_mode, sea_condition</i>	Mode→Arah→Kondisi laut
<i>dim_position</i>	<i>latitude, longitude, port_origin, port_dest</i>	Pelabuhan→Kota→Negara
<i>dim_route</i>	<i>route_name, route_type, route_level</i>	Rute→Tipe→Kompleksitas
<i>dim_weather</i>	<i>wind_speed, temperature, rainfall, wave</i>	Kondisi cuaca→Risiko navigasi
<i>dim_ship_sensor</i>	<i>engine_temp, fuel_flow, vibration_level</i>	Sensor→Mesin→Status kinerja
<i>dim_time</i>	<i>date, day, month, quarter, year, season</i>	Hari→Bulan→Tahun→Musim

#### 4. Justifikasi Desain Konseptual

Model skema bintang dipilih untuk memudahkan pengguna mengakses, memahami, dan menganalisis data. Pemilihan skema bintang didasarkan pada konsumsi bahan bakar yang terbuang, kesulitan dalam menerapkan ekspektasi kapal karena kurangnya data sensor, dan kurangnya efisiensi dalam perencanaan rute. Skema ini memungkinkan penggabungan data dari berbagai sumber, seperti sensor kapal, cuaca, lokasi kapal (AIS), logistik, dan lebih banyak ke dalam sistem terstruktur. Keuntungan utama skema bintang adalah dukungan analisis dari berbagai perspektif, termasuk waktu, lokasi, cuaca, dan kondisi mesin. Contoh penggunaannya untuk membandingkan konsumsi bahan bakar dalam kondisi cuaca yang berbeda, mencegah kondisi mesin, dan menentukan rute yang paling efisien berdasarkan musim.

#### 5. Kesesuaian dengan Sumber Data

Dalam membangun data warehouse untuk mendukung analisis operasional kapal, penting untuk memastikan bahwa desain arsitektur yang digunakan memiliki kesesuaian dengan berbagai sumber data yang tersedia. Setiap sumber data memiliki karakteristik dan peran yang berbeda, yang kemudian diintegrasikan ke dalam skema multidimensi untuk membentuk satu sistem informasi yang terpadu dan siap dianalisis. Adapun kesesuaian dengan masing-masing sumber data dijelaskan sebagai berikut:

Sumber Data	Deskripsi Data	Pemanfaatan dalam skema
Sensor Kapal	Suhu mesin, tekanan, aliran bahan bakar, getaran mesin.	Digunakan pada <i>fact_data</i> dan <i>dim_ship_sensor</i>
Sistem AIS ( <i>Automatic Identification System</i> )	Posisi kapal (latitude dan longitude), kecepatan, arah pelayaran, tujuan pelabuhan.	Digunakan pada <i>dim_position</i> dan <i>dim_navigation</i>
Data Cuaca	Kecepatan angin, suhu udara, curah hujan, tinggi gelombang laut	Digunakan pada <i>dim_weather</i>
Sistem Logistik dan Perencanaan Rute	Rute pelayaran, pelabuhan asal dan tujuan, alokasi kapal	Digunakan pada <i>dim_route</i> dan <i>dim_position</i>
Data Pemeliharaan dan Kargo	Jadwal pemeliharaan, riwayat pemeliharaan kapal, jenis dan jumlah kargo, status kargo	Digunakan pada <i>dim_maintenance</i> dan <i>dim_cargo</i>