

Perancangan Data Warehouse Untuk Ketersediaan Lahan Sampah (TPA) Di Cianjur

Muhammad Farhan Bintang^{*1}, Fietri Setiawati Sulaeman²

^{1,2} Universitas Suryakancana
bintangpridani@gmail.com¹, fietriFT@unsur.ac.id²

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Data Warehouse; Pengelolaan Sampah, Ketersediaan Lahan; Cianjur; Nine Step Design Method

Histori Artikel:

Disubmit 19 Juni 2025
Direvisi 25 Juli 2025
Diterima 28 Juli 2025
Tersedia daring 31 Juli 2025

Sitasi:

M. F. Bintang and F. S. Sulaeman, "Perancangan Data Warehouse Untuk Ketersediaan Lahan Sampah (TPA) Di Cianjur," Pros. Semin. Nas. Tek. Univ. Suryakancana, 2025.

*Penulis Korespondensi.
Fietri Setiawati Sulaeman

Alamat E-mail:
fietriFT@unsur.ac.id

Abstrak

Peningkatan volume sampah di Kabupaten Cianjur menuntut adanya strategi pengelolaan yang efektif dan terstruktur. Salah satu aspek penting dalam sistem pengelolaan sampah adalah ketersediaan lahan yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem data warehouse yang dapat menyajikan informasi mengenai ketersediaan lahan pengelolaan sampah secara komprehensif dan terintegrasi. Dengan memanfaatkan metode Nine Step Design dari Kimball & Ross. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan dan implementasi data warehouse yang mampu menyimpan dan menyajikan data historis terkait lahan pengelolaan sampah di dinas lingkungan hidup cianjur (DLH). Dengan sistem ini, pengambil kebijakan dan pemangku kepentingan diharapkan dapat melakukan analisis serta pengambilan keputusan strategis secara lebih akurat dan cepat. Penerapan data warehouse terbukti menjadi solusi dalam mendukung proses pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan sampah (TPA).

1. Pendahuluan

Gudang data atau *Data Warehouse* adalah pusat penyimpanan informasi yang dapat dianalisis untuk membuat keputusan yang lebih tepat. Data mengalir ke gudang data dari sistem transaksional, database relasional, dan sumber lainnya, biasanya dengan irama teratur., konsep data warehouse adalah dimensi struktural, bukan relasional, sehingga hubungan antar tabel tidak besar. Cara kerja data warehouse adalah mengekstrak data dari database sumber atau database sumber ke dalam database data warehouse. Proses ini disebut ETL (Extract, Transform, Load), dimana ekstraksi berarti mengekstraksi data, mengubah cara fine-tuning data agar sesuai dengan data warehouse, dan kemudian loading berarti mentransfer data dari sumber ke data warehouse [1]. Menurut pelopor konsep dan istilah *data warehouse*, William Inmon, definisi dari *data warehouse* adalah : " Sebuah koleksi data yang berorientasi subjek, terintegrasi, non-volatile, dan time-variant dalam rangka mendukung keputusan-keputusan manajemen. [2]. Dari definisi yang dijelaskan tadi, dapat disimpulkan data warehouse adalah basis data yang bersifat orientasi subjek, terintegrasi, time variant, tidak berubah yang digunakan untuk membantu para pengambil keputusan. Disinilah, fungsi utama dari sebuah data warehouse, karena dengan pengetahuan yang baik, manajemen akan dengan mudah mengambil keputusan-keputusan strategis berdasarkan data yang akurat dan informasi yang berkualitas. [3]

Lingkungan merupakan tempat hidup semua makhluk yang ada di bumi, khususnya manusia. Menurut Hendrik L. Blum, 1974 dalam Slamet, 2016 menyatakan bahwa lingkungan adalah faktor terbesar dalam mempengaruhi derajat kesehatan, sehingga menjaga lingkungan merupakan yang bebas dari segala kotoran, dan lain-lain yang dapat merugikan segala aspek yang menyangkut setiap kegiatan dan perilaku masyarakat. Untuk mewujudkan kebersihan lingkungan, dibutuhkan kesadaran dari masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan, Segala aktivitas masyarakat selalu menimbulkan sampah. Hal ini tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah akan tetapi juga dari seluruh masyarakat untuk mengolah sampah agar tidak berdampak negatif bagi lingkungan sekitar [4].

Pengolahan sampah melibatkan pemanfaatan dan penggunaan sarana dan prasarana antara lain menempatkan sampah pada wadah yang sudah tersedia, proses pengumpulan sampah, pemindahan, dan pengangkutan sampah, serta pengolahan sampah hingga pada proses pembuangan akhir [5]. Pengelolaan lahan sampah, khususnya Tempat Pembuangan Akhir (TPA), merupakan salah satu aspek penting dalam sistem manajemen persampahan. Menurut Permen LH No. 13 Tahun 2012, pengelolaan TPA yang efektif melibatkan pemantauan kapasitas lahan, volume sampah masuk, komposisi sampah, serta umur teknis TPA. Ketidaktersediaan data yang akurat dan terintegrasi menjadi tantangan utama dalam pengambilan keputusan terkait perluasan, optimalisasi, atau relokasi lahan TPA [6]. Belum adanya perencanaan dalam pengolahan sampah mengakibatkan

kurang maksimalnya sistem pengolahan sampah. Selain itu, belum adanya tempat pengolahan sampah menjadi permasalahan yang mendasari hal tersebut [7]. Sebagai contoh, penelitian oleh [8] menunjukkan bahwa penerapan data warehouse di bidang pengelolaan sampah kota Bandung dapat meningkatkan efisiensi perencanaan dan monitoring lahan TPA hingga 35% dibandingkan dengan metode manual. Data warehouse juga mendukung visualisasi dashboard dan OLAP query untuk mengevaluasi pola penumpukan sampah, sebaran kapasitas TPA, dan kebutuhan lahan baru. Dengan adanya data warehouse, data mengenai kapasitas TPA, rute pengangkutan sampah, dan proyeksi volume harian dapat disajikan secara konsisten dan analitis. Maka dari itu ketersediaan lahan untuk pengolahan sampah adalah salah satu hal yang menjadi fokus saat ini.

Salah satu proses analisis yang bisa diterapkan dengan menggunakan data warehouse ini adalah mengetahui mengenai total sampah yang masuk ke dalam (TPA) untuk mendukung pengelolaan lahan sampah. Dengan demikian penerapan data warehouse ini mampu memberikan kemudahan kepada pihak stakeholder untuk memonitoring ketersediaan lahan dalam pengelolaan sampah dan akan membantu dalam pengetahuan atau *Knowledge base* yang nantinya berguna untuk mengambil keputusan yang efektif. Sehingga disimpulkan bahwa data warehouse yang dibangun mampu memberikan keuntungan dalam menyediakan informasi.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dirumuskan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan data warehouse untuk membantu melihat ketersediaan lahan dalam pengelolaan sampah di Cianjur.

Adapun maksud dalam penelitian ini adalah membangun data warehouse yang bisa dijadikan pusat sumber data untuk pengelolaan lahan sampah di cianjur dengan menerapkan metode Kimball Nine-Step. Dan adapun tujuan dalam penulisan ini adalah Data Warehouse ini diharapkan dapat memberikan keuntungan dalam menyediakan informasi ketersediaan lahan dalam pengelolaan sampah di Cianjur.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif, yaitu suatu metode dengan cara mengumpulkan data, mengolah, serta menganalisa data yang telah terkumpul kemudian ditarik kesimpulan dan diberikan saran – saran yang diperlukan. Dalam pembuatan *data warehouse* ini, yaitu :

1) Pengumpulan Data

a) Observasi

Pada tahap observasi, penulis melakukan penelitian dengan menganalisa data – data yang berkaitan dengan judul tugas akhir serta mencari informasi mengenai perancangan *Data Warehouse* yang akan dibuat.

b) Wawancara

Wawancara adalah metode pengambilan data dengan cara menanyakan sesuatu kepada seseorang responden dengan bercakap-cakap secara tatap muka, wawancara merupakan bentuk pengumpulan data yang paling sering digunakan dalam penelitian kualitatif.

c) Tinjauan Pustaka

Pada tahap tinjauan pustaka, penulis mencari data dari berbagai sumber serta membaca dan mempelajari buku - buku dengan permasalahan – permasalahan yang akan dibahas untuk merancang *data warehouse* yang akan dibangun.

d) Data Source

Data source atau sumber data adalah sumber yang menyediakan data untuk dianalisis. Data source dapat berupa dokumen, sistem informasi, perangkat lunak, atau platform.

2) Metode Nine Step Design Method [9]

Dalam perancangan data warehouse ini menggunakan Nine Step Design Method yang terdiri dari beberapa fase, di antaranya:

a) Menentukan proses bisnis (*choosing the process*)

Tahapan ini merupakan pemilihan proses untuk memilih data mart yang diperlukan dan disesuaikan dengan ruang lingkup itu sendiri yaitu Ketersediaan Lahan Sampah di Cianjur, maka proses yang akan digunakan dalam *data warehouse* antara lain adalah sebagai berikut :

1) Proses Timbulan Sampah

Proses data Timbulan Sampah yang dimaksud adalah proses masuknya sampah ke dalam (TPA) Tempat Pembuangan Akhir yang dimulai dari tiap kecamatan, berdasarkan sumber dan jenis sampahnya, sampai dengan volume dan berat sampah yang masuk. Adapun data-data yang digunakan seperti id timbulan, tempat tpa, nama kecamatan, sumber sampah, jenis sampah, tanggal, volume sampah, dan berat sampah

2) Proses Pemantauan Lahan

Proses pemantauan lahan disini adalah untuk memantau banyaknya pencatatan sampah masuk yang ada di dalam (TPA) Tempat Pembuangan Akhir. Parameter tersebut mencakup volume dan berat sampah yang dihasilkan dari setiap timbulan sampah yang di keluarkan

b) Menentukan granularity (*choosing the grain*)

Grain merupakan calon fakta yang dapat dianalisis. Pemilihan grain dilakukan untuk memutuskan apa yang direpresentasikan record dari tabel fakta. Pada proses kedua ini dipilihlah data dari calon fakta, dengan memutuskan record apa yang akan direpresentasikan pada tabel fakta. Berikut adalah *grain* yang ada dalam perancangan *data warehouse* untuk ketersediaan lahan sampah di cianjur :

Timbulan Sampah, Analisis yang dapat dilakukan pada proses timbulan sampah adalah meliputi volume sampah berdasarkan *timbulan_id*, *tpa_id*, *kecamatan_id*, *sumber_id*, *jenis_id*, tanggal, volume, dan berat

c) Identifikasi dan penyesuaian dimensi (*identifying and confirming the dimensions*)

Dalam tahap ini dilakukan identifikasi dimensi untuk setiap tabel fakta yang ada. Untuk lebih mudahnya, pada tahap ini disiapkan tabel-tabel dimensi yang sesuai dengan grain yang dipilih serta record yang akan ditampilkan dalam tabel fakta yang ditampilkan dalam bentuk matriks. Berikut adalah dimensi yang dipilih untuk masing-masing tabel fakta :

Tabel 1 Grain dan Dimensi

Grain	Dimensi	Kecamatan	Sumber Sampah	Jenis Sampah	TP A	Timbulan Sampah
volume sampah berdasarkan Timbulan sampah		x	x	x	x	x
volume sampah berdasarkan lokasi TPA					x	x
volume sampah berdasarkan alamat Kecamatan		x				x
volume sampah berdasarkan Sumber sampah			x			x
volume sampah berdasarkan Jenis Sampah				x		x
volume sampah berdasarkan tanggal						x
volume sampah berdasarkan satuan volume						x
volume sampah berdasarkan satuan berat						x

e) Menentukan fakta (*choosing the fact*)

Pada tahap ini dipilih fakta-fakta yang akan mengisi tabel fakta, dimana fakta-fakta yang dipilih harus sesuai dengan grain dan dimensi yang telah ditentukan pada tahap-tahap sebelumnya. Misalnya jika ada tabel dimensi *sumber_sampah* dan tabel dimensi *jenis_sampah* yang berhubungan dengan tabel fakta Timbulan Sampah, maka di dalam tabel fakta Timbulan Sampah akan berisi nomor id pada tabel dimensi *sumber_sampah* dan tabel *jenis_sampah*. Hubungan antara tabel fakta dan tabel dimensi dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Fakta Timbulan Sampah, Fakta yang dipilih untuk digunakan pada table timbulan sampah terdiri dari *timbulan_id*, *tpa_id*, *kecamatan_id*, *sumber_id*, *jenis_id*, tanggal, volume, dan berat. Berikut atribut pada table fakta timbulan sampah.

Tabel 2 Fakta Timbulan Sampah

Nama Kolom	Tipe Data
<i>timbulan_id</i>	int
<i>tpa_id</i>	int
<i>kecamatan_id</i>	int
<i>sumber_id</i>	int
<i>jenis_id</i>	int
tanggal	date
volume	float
berat	float

f) Menyimpan hasil perhitungan awal pada tabel fakta (*storing pre-calculations in fact table*)

Sesuai dengan grain yang telah ditentukan sebelumnya yang merupakan calon-calon fakta. Masing-masing fakta memiliki data yang dapat dihitung, pada tahap inilah ditentukan perhitungan tersebut. Perhitungan awal yang terdapat dalam tabel fakta adalah sebagai berikut:

Fakta Timbunan Sampah, Kalkulasi fakta yang akan dihitung dalam tabel tersebut adalah fakta mengenai jumlah volume sampah yang ada dengan menghitung banyaknya sampah yang masuk berdasarkan Kecamatan, Sumber Sampah, Jenis Sampah, Lokasi TPA

g) Melengkapi tabel-tabel dimensi (*Rounding-out the dimension tables*)

Pada tahap ini ditambahkan keterangan selengkap-lengkapnyanya pada tabel dimensi dengan memberikan deskripsi pada tabel dimensi agar dapat dengan mudah dimengerti oleh user mengenai dimensi tersebut. Keteranganannya harus bersifat intuitif dan mudah dipahami oleh pengguna.

Berikut daftar dan penjelasan lebih lanjut dari dimensi tersebut :

a) Dimensi Kecamatan

<i>Tabel 3 Dimensi Kecamatan</i>	
Nama Kolom	Tipe Data
kecamatan_id	Int
nama_kecamatan	Varchar
luas_wilayah	Float
jumlah_kelurahan	Int
jumlah_rw	Int
jumlah_rt	Int

b) Dimensi Sumber Sampah

<i>Tabel 4 Dimensi Sumber Sampah</i>	
Nama Kolom	Tipe Data
sumber_id	Int
nama_sumber	Varchar
deskripsi	Text

c) Dimensi Jenis Sampah

<i>Tabel 5 Dimensi Jenis Sampah</i>	
Nama Kolom	Tipe Data
jenis_id	Int
nama_jenis	Varchar
deskripsi	Text

d) Dimensi TPA

<i>Tabel 6 Dimensi TPA</i>	
Nama Kolom	Tipe Data
tpa_id	Int
nama_tpa	Varchar
lokasi	Text
kapasitas_tanah	Float

h) Menentukan durasi dimensi (*choosing the duration of the dimension*)

pada durasi database yang akan dimasukkan ke dalam data warehouse yaitu dari tanggal **1 Januari 2023** sampai dengan **31 Desember 2023**.

<i>Tabel 7 Durasi Database</i>				
Nama Data Warehouse	Database	Tahun Database Dibuat	Data Yang Masuk Ke Data Warehouse	Data Dalam Data Warehouse
DLH_lahan	lahan_sampah	2024	2023	1 tahun

i) Menelusuri dimensi yang termasuk lambat dalam berubah (*Tracking slowly changing dimension*)

Perubahan nilai atribut dapat terjadi dalam waktu yang cukup lama. Oleh karena itu perlu dilakukan update jika perlu untuk menjaga kekonsistenan dan keakuratan data. Tiga tipe dasar dalam melakukan perubahan atribut pada dimensi yaitu menulis ulang atribut, membuat record baru dan

membuat kolom baru. Dimensi-dimensi yang ada kemungkinan berubah terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel 8 Kolom Dimensi Yang Dapat Berubah

Nama Dimensi	Atribut Yang Dapat Berubah
dim_Kecamatan	nama_kecamatan
dim_sumber_sampah	nama_sumber
dim_jenis_sampah	nama_jenis

- j) Memutuskan kueri prioritas (*Deciding the priority queries and the modes*)
 Pada langkah ini difokuskan pada perancangan fisik untuk data warehouse. Mempertimbangkan pengaruh dari rancangan fisik, seperti penyortiran urutan tabel fakta pada disk dan keberadaan dari penyimpanan awal ringkasan (summaries) atau penjumlahan (aggregate). Persoalan perancangan fisik yang paling kritis adalah mengenai proses extract, transfer, and load (ETL) dan memperkirakan kapasitas media penyimpanan.

2.1. Tools Perancangan Data Warehouse

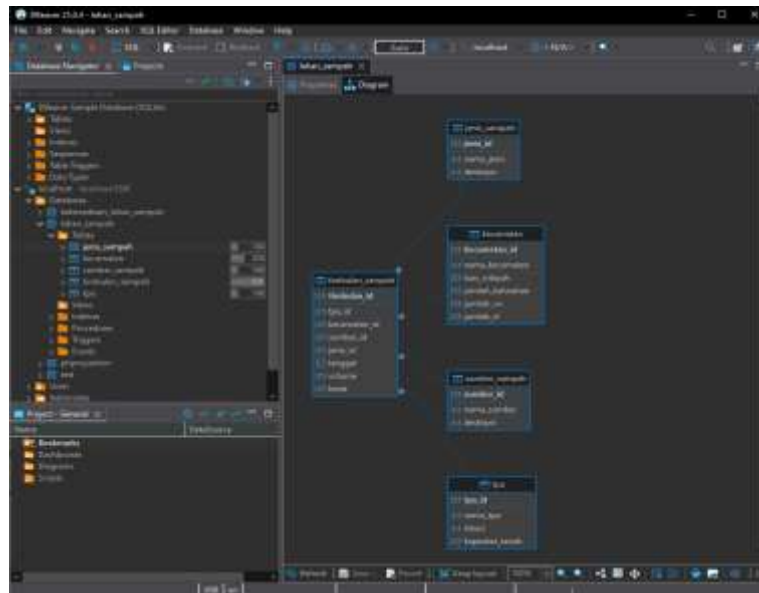
Dalam perancangan data warehouse pada Ketersediaan Lahan Sampah di Cianjur, arsitektur data warehouse yang digunakan ialah *Data Mart Architecture*. Arsitektur ini merupakan bentuk yang sesuai dalam perancangan data warehouse untuk ketersediaan lahan sampah. Arsitektur ini pada intinya mengumpulkan beberapa sumber yang terpisah ke dalam suatu wadah sehingga memudahkan proses loading data ke data mart untuk diproses lebih lanjut.

Pada perancangan data warehouse Ketersediaan Lahan Sampah *tools* yang digunakan untuk perancangan adalah :

- 1) Excel
 digunakan untuk proses Extract, Transform, dan Load yang sederhana. Nantinya akan digunakan untuk mengubah nama field dari data source. Dan juga digunakan untuk proses OLAP untuk mempermudah pembacaan analisis dan reporting

Gambar 1 Data Source Excel

- 2) Dbeaver
 DBeaver, digunakan untuk mempermudah pembacaan data dengan penggunaan query / sql, sehingga data yang dimunculkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan manajemen atau user. DBeaver sendiri merupakan sebuah tools multi-platform DBMS universal yang dibuat dan dikembangkan oleh Open-source community yang dirilis pada tahun 2010 dan ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Dengan satu tools ini semua DBMS yang sering dipakai dapat digunakan tanpa menginstall DBMS terkait seperti MySQL, PostgreSQL, MariaDB, SQLite, Oracle, dan lain sebagainya.



Gambar 2 Import Data csv ke Dbeaver

3) Pentaho

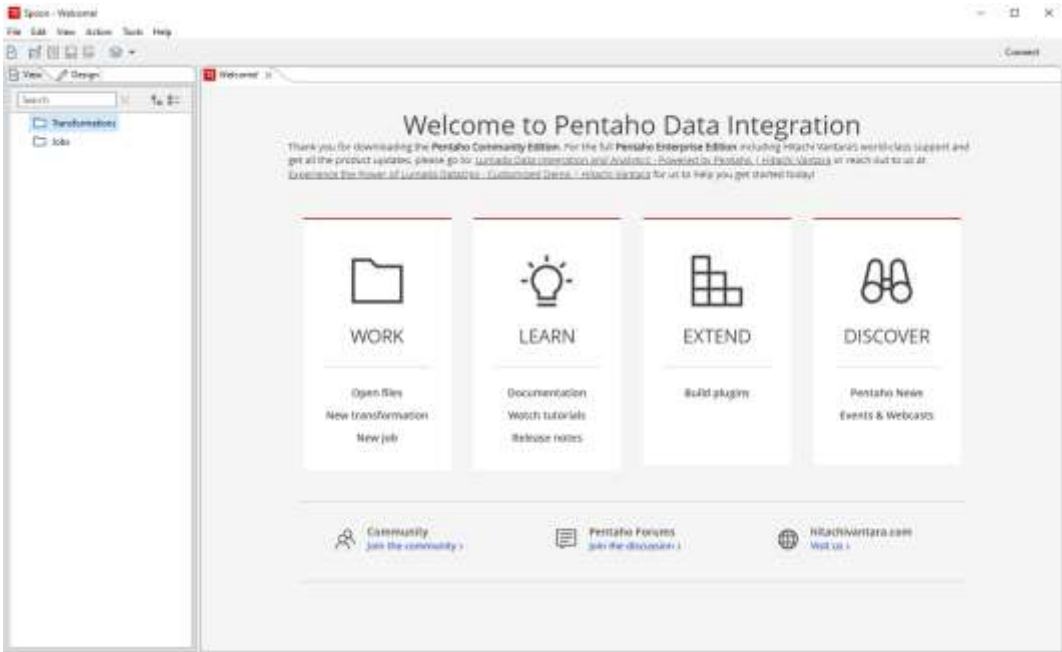
Pentaho Data Integration atau Kettle merupakan software yang digunakan untuk melakukan tugas ETL (Extraction, Transformation, dan Loading). Keunggulan yang dimiliki oleh Pentaho yakni tersedia graphical user interface dan drag-drop komponen memudahkan user. Fitur utama tools Pentaho ini adalah laporan, mengintegrasikan data, data mining, dan menganalisis data yang memperhitungkan peningkatan bisnis. Pentaho sendiri bersifat free open-source software (FOSS) yang dimana bisa dijalankan di atas platform Java. Menurut dokumentasi resmi Pentaho, PDI mendukung berbagai sumber data dan dapat diintegrasikan dengan alat analitik lainnya untuk mendukung kebutuhan Business Intelligence.



Gambar 3 Aplikasi Pentaho

2.2. Proses ETL (*Extract, Transform, Load*)

Proses ETL ini dilakukan untuk mengumpulkan, menyaring, mengolah, dan menggabungkan data-data yang relevan dari sumber untuk disimpan ke dalam *data warehouse*. *Tool* yang digunakan untuk proses ETL ini adalah menggunakan Pentaho Data Integration atau yang lebih dikenal dengan *kettle*.



Gambar 4 APP Pentaho Data Integration

2.2.1. Extract

Extract, ini adalah proses penentuan *source* yang akan digunakan sebagai sumber data bagi *data warehouse*. Sumber data yang diambil berasal dari format excel. Berikut merupakan beberapa data yang digunakan;

Jenis Sampah		
No	Jenis Sampah	deskripsi
1	Organik	Sampah yang mudah terurai seperti sisa makanan dan daun
2	Anorganik	Sampah plastik, kaleng, kaca yang sulit terurai
3	B3	Sampah bahan berbahaya dan beracun
4	Campuran	Campuran antara organik dan anorganik

Gambar 5 Tabel Data Jenis Sampah

Sumber Sampah		
No	Sumber Sampah	Jenis Sampah
1	Permukiman/perumahan	Lokasi perumahan dan permukiman banyak terpusat di daerah perkotaan kabupaten cianjur seperti kecamatan cianjur, Cilaku, Karangtengah, dan Warungkondang beberapa wilayah lainnya, sebagian besar sampah yang dihasilkan adalah Sampah dapur, Sampah halaman, kertas, kayu, kain/tekstil, karet, plastik, logam, gelas/kaca, masker, B3 (Baterai, Aki, Bohlam), kotoan hewan, styrofoam
2	Komersil (toko, restoran, hotel, motel)	sama halnya dengan permukiman wilayah komersil terpusat di wilayah ibu kota Kabupaten Cianjur. Sampah yang dihasilkan yaitu Sampah makanan, sampah halaman, kertas, kayu, kain/tekstil, karet, plastik, logam, gelas/kaca, masker, styrofoam
3	Institusi	lokasi institusi sebagian besar berada di kecamatan cianjur, sampah yang dihasilkan adalah Sampah halaman, kertas, kain/tekstil, plastik, masker, B3, styrofoam
4	Rumah sakit	Kecamatan Cianjur dan Kecamatan Cipanas memiliki beberapa rumah sakit. Dan juga terdapat beberapa rumah sakit maupun klinik yang tersebar di beberapa wilayah Kabupaten Cianjur. sampah yang dihasilkan seperti sampah makanan, sampah halaman, kertas, kayu kain, plastik, B3, masker, sarung tangan medis, B3 medis, pampers.
5	Pasar	Kabupaten Cianjur memiliki lokasi pasar yang tersebar di seluruh wilayah dengan sampah yang dihasilkan sebagian besar Sampah makanan, plastik, styrofoam
6	Jalan dan taman	sebagian masyarakat Kabupaten Cianjur masih membuang sampah di tepian jalan sebelum diangkut oleh truk sampah, jenis sampah yang dihasilkan berupa Sampah daun, kayu, kertas, plastik, styrofoam

Gambar 6 Data Sumber Sampah

Daftar Kecamatan:					
NO	NAMA KECAMATAN	LUAS WILAYAH (KM2)	JUMLAH KELURAHAN/ DESA	JUMLAH RW	JUMLAH RT
1	Agrasinta	152,65	11	52	228
2	Leles	114,32	12	46	172
3	Sindangbarang	159,08	11	71	264
4	Cidaun	295,51	14	85	381
5	Naringgul	281,32	11	124	398
6	Cibinong	235,48	14	96	346
7	Cikadu	188,66	10	77	232
8	Tanggrung	59,8	12	73	245
9	Pasirkuda	115,15	9	72	216
10	Kadupandak	104,41	14	81	294
11	Cijati	49,02	10	49	161
12	Takokak	142,16	9	76	289
13	Sukanagara	174,05	10	64	203
14	Pagleran	199,44	14	97	375
15	Campaka	143,75	11	90	295
16	Campaka Mulya	74,27	5	24	122
17	Cibeler	124,73	18	155	607
18	Warungkondang	45,16	11	88	331
19	Gekbrong	50,77	8	71	238
20	Cilaku	52,53	10	97	414
21	Sukaluyu	48,02	10	71	310
22	Bojongtong	88,34	11	77	357
23	Haurewangi	46,18	8	81	281
24	Ciranjang	34,81	9	98	343
25	Mande	96,79	12	69	291
26	Karangtengah	48,53	16	136	806
27	Cianjur	26,15	11	187	805
28	Cugenang	76,15	16	118	413
29	Pacet	41,66	7	88	315
30	Cipanas	67,28	7	82	329
31	Sukanemi	92,15	11	100	389
32	Cikalongkulon	144,02	18	107	434

Gambar 7 Data Kecamatan Cianjur

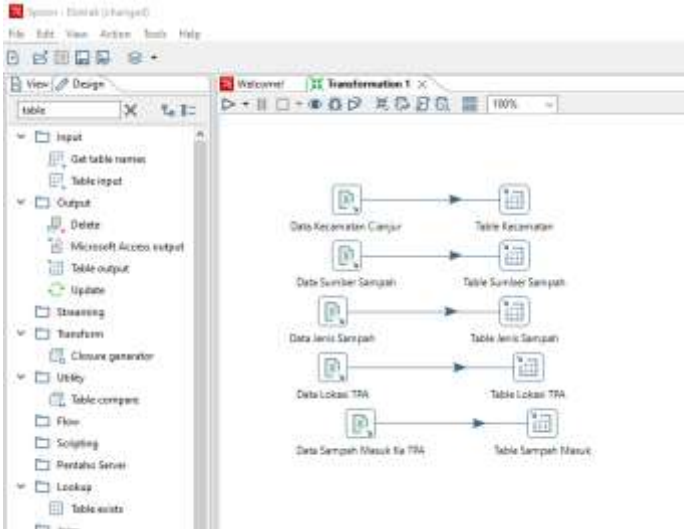
DATA TPA Per-Tahun 2023			
No	nama_tpa	lokasi	kapasitas_tanah(m2)
1	TPA Pasir Sembung	Kabupaten Cianjur, Jawa Barat	8000

Gambar 8 Data Lokasi TPA

Data Sampah Masuk						
no TPA	no Kecamatan	no Sumber Sampah	no Jenis Sampah	tanggal	volume(m3)	berat(kg)
1	1	1	1	2023-01-01	271,41	74,2
1	1	3	2	2023-01-02	281,49	75,64
1	1	2	2	2023-01-03	239,53	70,87
1	1	1	1	2023-01-04	251,73	69,38
1	1	5	4	2023-01-05	277,43	77,65
1	1	1	1	2023-01-06	252,16	68,81
1	1	1	2	2023-01-07	275,92	81,17
1	1	2	1	2023-01-08	241,54	71,27
1	1	5	2	2023-01-09	256,59	73,13
1	1	5	4	2023-01-10	257,27	75,07
1	1	2	4	2023-01-11	262,53	77,81
1	1	5	3	2023-01-12	251,9	72,95
1	1	1	2	2023-01-13	271,57	75,44
1	1	4	3	2023-01-14	250,74	71,54
1	1	3	2	2023-01-15	259	77,52
1	1	2	3	2023-01-16	263,15	77,75
1	1	1	1	2023-01-17	254,13	89,49
1	1	4	1	2023-01-18	300,17	83,2
1	1	3	3	2023-01-19	245,68	71,14
1	1	5	3	2023-01-20	274,55	78,91
1	1	1	4	2023-01-21	246,13	70,36
1	1	5	1	2023-01-22	251,47	89,02
1	1	4	1	2023-01-23	257,65	72,44
1	1	5	3	2023-01-24	256,87	71,24
1	1	5	3	2023-01-25	260,4	76,82
1	1	5	2	2023-01-26	299,42	83,26
1	1	1	1	2023-01-27	301,24	82,8
1	1	2	3	2023-01-28	283,06	77,6
1	1	1	2	2023-01-29	237,03	69,85
1	1	1	4	2023-01-30	237,93	69,19
1	1	3	4	2023-01-31	254,5	74,42
1	1	3	2	2023-02-01	279,83	81,11
1	1	3	3	2023-02-02	255,8	72,78
1	1	2	3	2023-02-03	254,73	70,64
1	1	1	2	2023-02-04	235,58	69,63
1	1	5	2	2023-02-05	272,43	80,25
1	1	2	4	2023-02-06	247,61	66,58
1	1	4	3	2023-02-07	283,76	79,28
1	1	5	2	2023-02-08	266,88	80,24

Gambar 9 Data Sampah Masuk Ke TPA

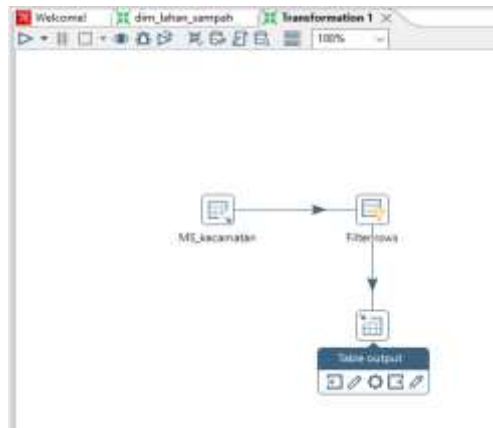
Lalu dari data excel ini dilakukan penginputan terlebih dahulu ke dalam sebuah *database*. Di sini saya menggunakan database MySQL. Berikut ini adalah proses penginputan data ke dalam *database*.



Gambar 10 Input File Ke Dalam Database

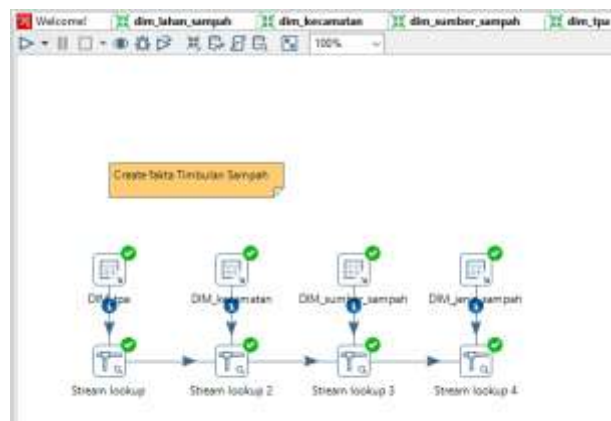
2.2.2. Transform

Transform, setelah data ditentukan barulah data-data tersebut dirubah agar sesuai dengan *standard* yang ada pada *data warehouse*. Dan dilakukan transformasi data tersebut ke dalam *Data Staging* area atau penyimpanan data sementara. Berikut merupakan proses dari transform tersebut;



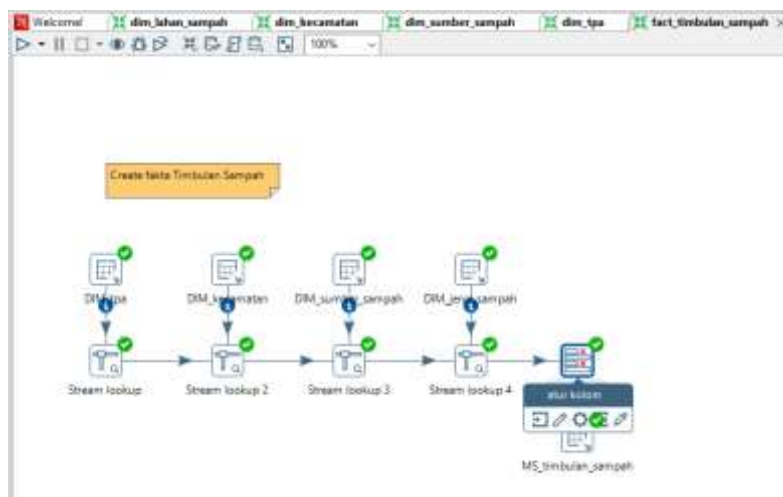
Gambar 11 Menambahkan Langkah "Filter rows"

"Filter rows" dari kategori "Flow" ke kanvas transformasi. Langkah ini akan digunakan untuk menyaring baris data berdasarkan kriteria tertentu.



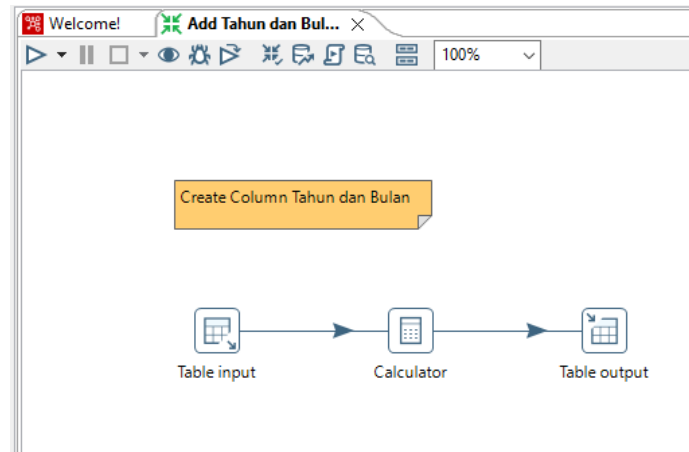
Gambar 12 Menambahkan Langkah "Stream lookup"

"Stream Lookup", pada langkah ini diasumsikan melakukan proses *lookup* serupa untuk dimensi lain seperti DIM_kecamatan, DIM_sumber_sampah, dan DIM_jenis_sampah, untuk mengintegrasikan kunci dimensi ke dalam data fakta.



Gambar 13 Menambahkan Langkah "Select values"

"Select Values", pada Langkah ini berfungsi untuk memilih, mengubah nama, atau menghapus kolom-kolom tertentu dari *stream* data, serta mengatur metadata kolom. Selain itu, langkah "MS_timbangan_sampah" (Table input) juga ditampilkan sebagai sumber data untuk *fact*.

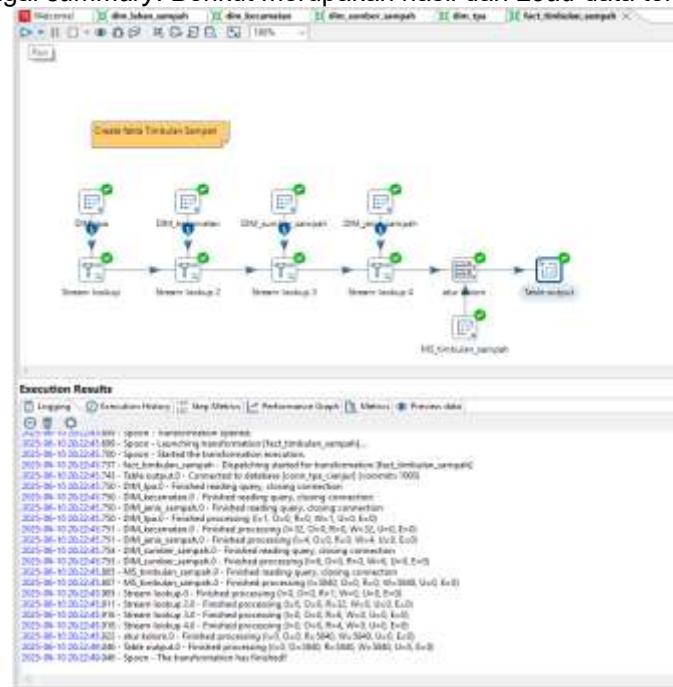


Gambar 14 Men-transformasikan Kolom Tanggal

Pada proses transformasi data ini dirancang untuk menciptakan kolom "Tahun dan Bulan" baru, dan terbagi menjadi tiga langkah utama yang berurutan, yaitu Table_input, Calculator, dan Table Output.

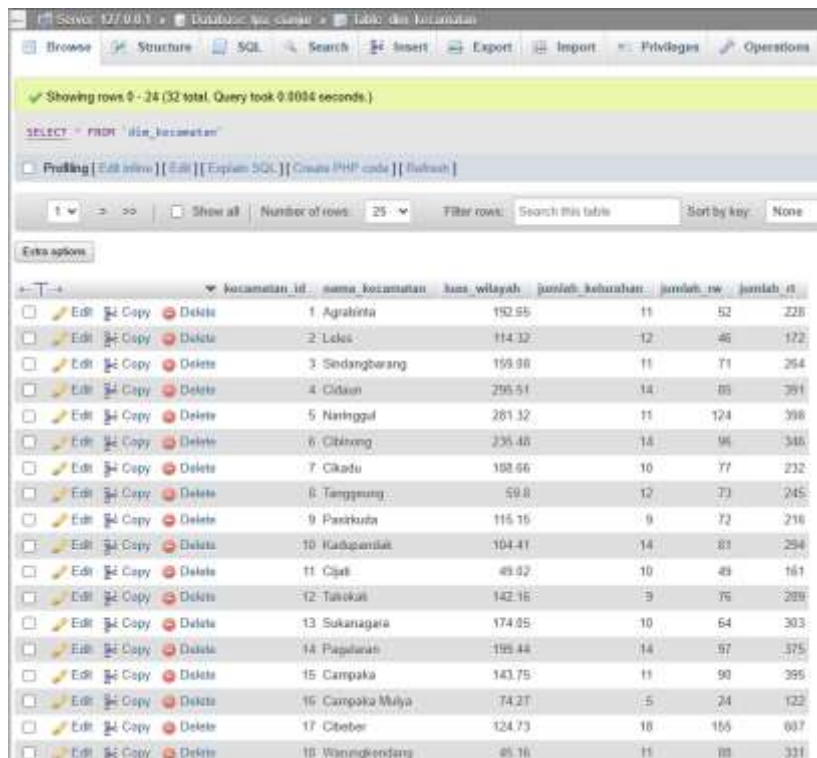
2.2.3 Load

Kemudian di *Load* ini yaitu proses untuk memasukkan data-data yang sudah *ditransform* ke dalam *data warehouse* untuk disimpan sebagai *summary*. Berikut merupakan hasil dari *Load* data tersebut ;



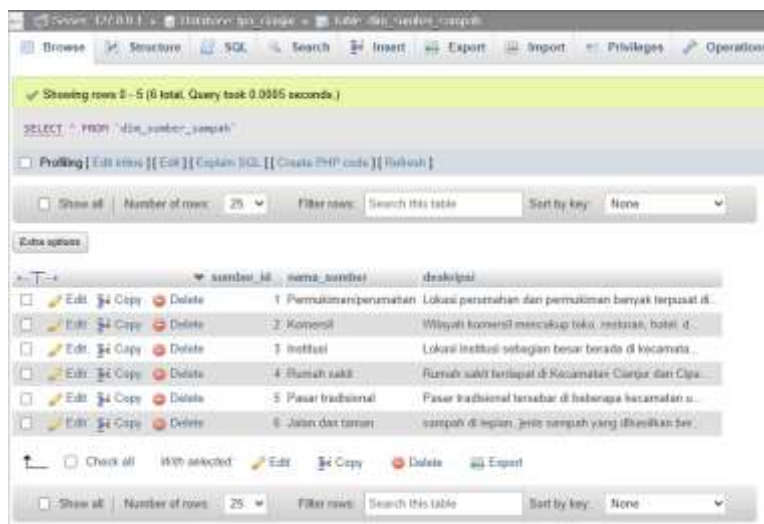
Gambar 15 Eksekusi Load Verifikasi Pemerosesan

Dan berikut ini merupakan hasil dari *Load* data ke dalam *data warehouse*;



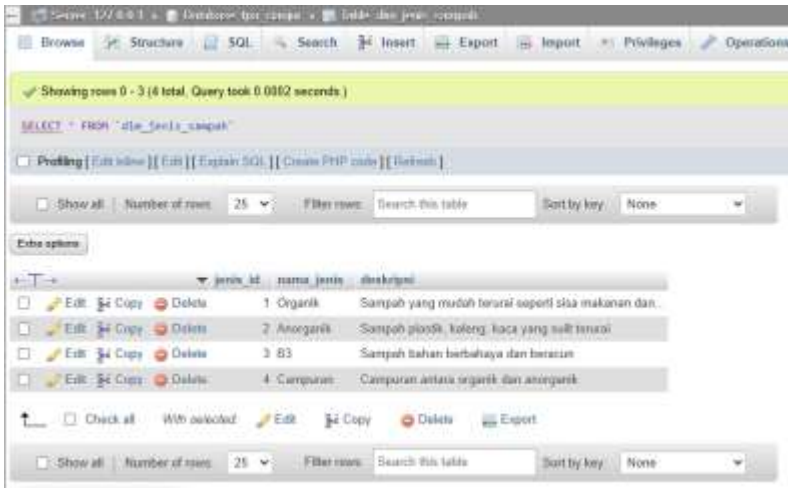
kecamatan_id	nama_kecamatan	luas_wilayah	jumlah_kelurahan	jumlah_rw	jumlah_dk
1	Agratirta	192.55	11	52	228
2	Ledes	114.32	12	46	172
3	Sedangbarang	159.98	11	71	264
4	Cidaon	296.51	14	85	391
5	Naribggul	281.32	11	124	398
6	Cibinong	236.48	18	96	346
7	Cikadu	198.66	10	77	232
8	Tanggung	59.8	12	73	245
9	Panikuta	116.16	9	72	216
10	Kadapendak	104.41	14	81	294
11	Cipali	49.92	10	49	161
12	Talokan	142.16	9	76	289
13	Sukanagara	174.85	10	64	303
14	Papalaran	199.44	14	97	375
15	Campaka	143.75	11	90	395
16	Campaka Mulya	74.27	5	24	122
17	Cibeber	124.73	18	155	607
18	Wanungkidang	45.16	11	88	321

Gambar 16 Hasil Load Dimensi Kecamatan



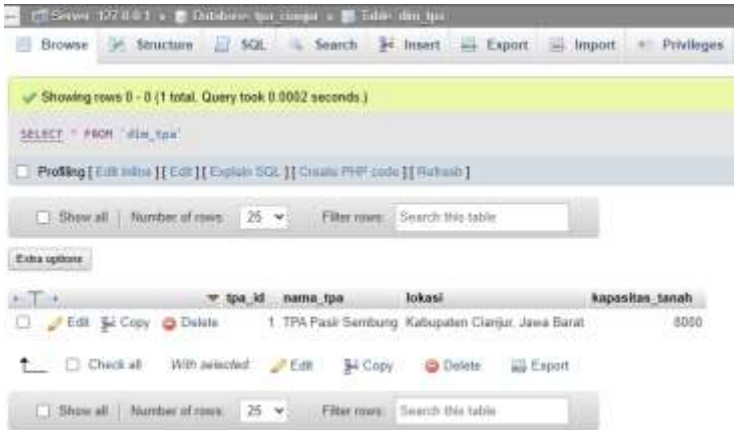
sumber_id	nama_sumber	deskripsi
1	Pemukiman/perumahan	Lokasi perumahan dan pemukiman banyak terpusat di...
2	Komersil	Wilayah komersil mencakup toko, restoran, hotel, d...
3	Institusi	Lokasi institusi sebagian besar berada di kecamatan...
4	Rumah sakit	Rumah sakit terdapat di Kecamatan Cisarua dan Cipa...
5	Pasar tradisional	Pasar tradisional tersebar di beberapa kecamatan s...
6	Jalan dan taman	sampah di jalan, jenis sampah yang dihasilkan ber...

Gambar 17 Hasil Load Dimensi Sumber Sampah



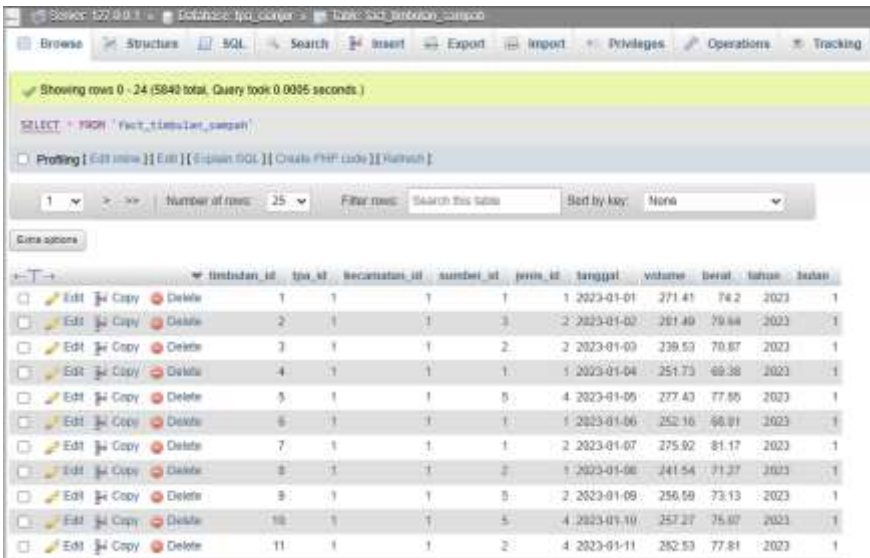
jenis_id	nama_jenis	deskripsi
1	Organik	Sampah yang mudah terurai seperti sisa makanan dan...
2	Anorganik	Sampah plastik, logam, kaca yang sulit terurai
3	B3	Sampah bahan berbahaya dan beracun
4	Campuran	Campuran antara organik dan anorganik

Gambar 18 Hasil Load Dimensi Jenis Sampah



tpa_id	nama_tpa	lokasi	kapasitas_tanah
1	TPA Paski Sembung	Kabupaten Cianjur, Jawa Barat	8050

Gambar 19 Hasil Load Dimensi TPA



timbulan_id	tpa_id	lokasi_id	nomor_id	jenis_id	tanggal	volume	berat	tahun	bulan
1	1	1	1	1	2023-01-01	271.41	74.2	2023	1
2	1	1	3	2	2023-01-02	261.40	79.64	2023	1
3	1	1	2	2	2023-01-03	239.53	70.87	2023	1
4	1	1	1	1	2023-01-04	251.73	66.38	2023	1
5	1	1	5	4	2023-01-05	277.43	77.85	2023	1
6	1	1	1	1	2023-01-06	252.16	66.01	2023	1
7	1	1	1	2	2023-01-07	275.92	81.17	2023	1
8	1	1	2	1	2023-01-08	241.54	71.37	2023	1
9	1	1	5	2	2023-01-09	256.59	73.13	2023	1
10	1	1	5	4	2023-01-10	257.27	75.07	2023	1
11	1	1	2	4	2023-01-11	252.53	77.81	2023	1

Gambar 20 Hasil Load Fakta Timbulan Sampah

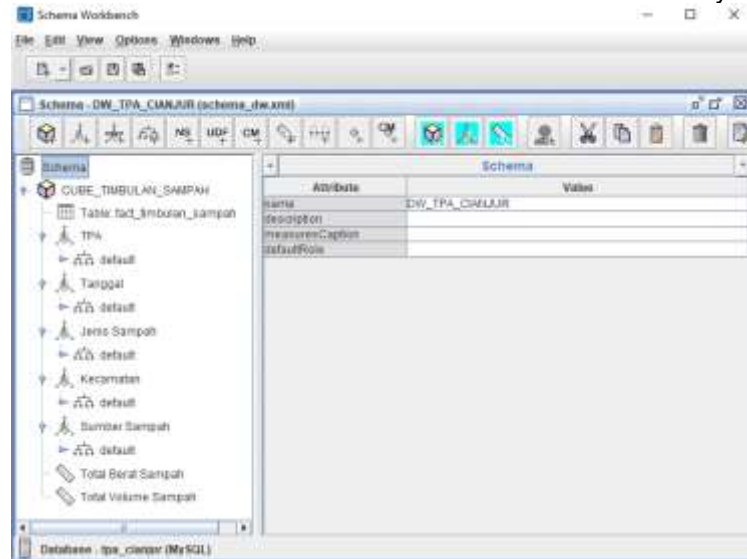
2.3. Proseses OLAP(Online Analytical Processing)

Adapun beberapa komponen yang digunakan dalam pemerosesan OLAP yaitu ;

- 1) XAMPP
- 2) Mondrian Sourceforge

- 3) SQL Connector
- 4) Schema Workbench

Operasi yang digunakan pada OLAP untuk perancangan Data Warehouse Lahan_TPA_Cianjur ini akan menggunakan operasi Drill Down, operasi ini digunakan untuk mengacu pada proses melihat data dengan tingkat detail yang lebih tinggi dan Memperdalam analisis dengan mengurangi level agregasi. Pada tahapan pertama dalam pemrosesan OLAP ini adalah membuat skemanya terlebih dahulu dalam bentuk cube atau kubus yang memungkinkan user melihat data dari sudut pandang Logical dan multidimensional pada data warehouse. Berikut adalah gambar proses pembuatan skema dalam bentuk Cube atau Kubus dan dimensi beserta hierarkinya.



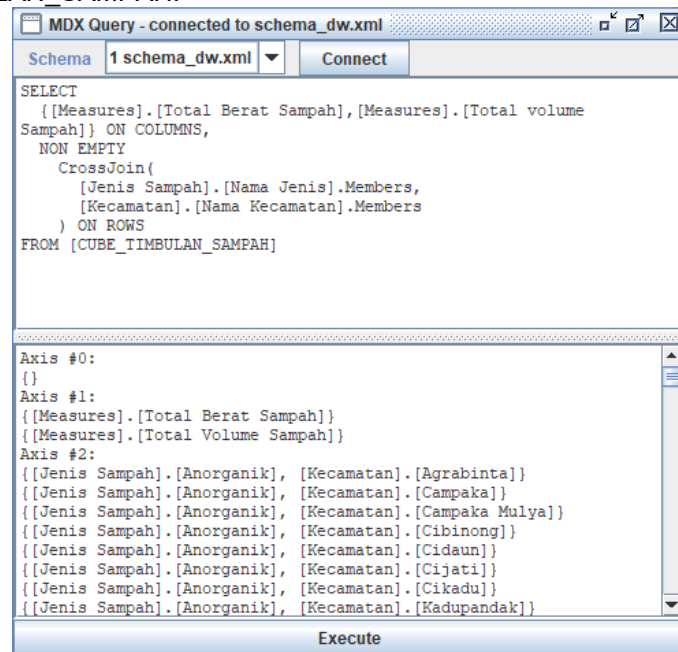
Gambar 21 Pembuatan Cube Dalam Schema Workbench

2.3.1. Script MDX Query

Disini saya menggunakan *script* MDX (Multidimensional Expressions) yang dimana adalah bahasa kueri yang digunakan untuk mengambil data dari kubus OLAP (On-Line Analytical Processing). MDX ini dirancang untuk bekerja dengan data multidimensi, memungkinkan untuk mengakses, menganalisis, dan mengolah informasi yang tersimpan dalam struktur kubus ini. Berikut adalah beberapa MDX Query yang digunakan :

- 1) Berat dan Volume Sampah per Jenis Sampah dan Kecamatan

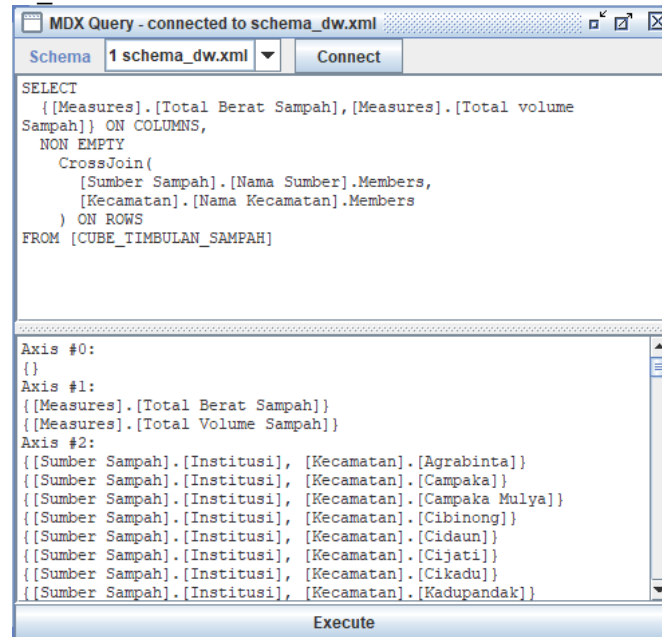
Langkah pertama Query MDX yang digunakan dalam langkah ini memilih [Total Berat Sampah] dan [Total Volume Sampah] sebagai kolom. Pada baris, dilakukan CrossJoin antara [Nama Jenis] dari dimensi [Jenis Sampah] dan [Nama Kecamatan] dari dimensi [Kecamatan]. Data diambil dari CUBE_TIMBULAN_SAMPAH.



Gambar 22 MDX Query Berat dan volume Sampah per Jenis Sampah dan Kecamatan

- 2) Berat dan Volume Sampah per Sumber Sampah dan Kecamatan

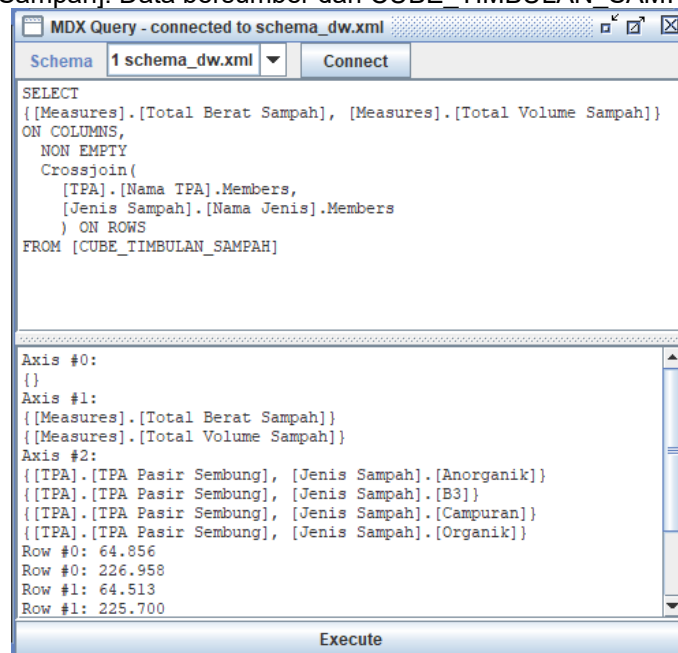
Langkah kedua Query MDX yang digunakan dalam langkah ini memilih [Total Berat Sampah] dan [Total Volume Sampah] sebagai kolom. Pada baris, dilakukan CrossJoin antara [Nama Sumber] dari dimensi [Sumber Sampah] dan [Nama Kecamatan] dari dimensi [Kecamatan]. Data diambil dari CUBE_TIMBULAN_SAMPAH.



Gambar 23 MDX Query Berat dan volume Sampah per Sumber Sampah dan Kecamatan

3) Berat dan Volume Sampah per TPA dan Jenis Sampah

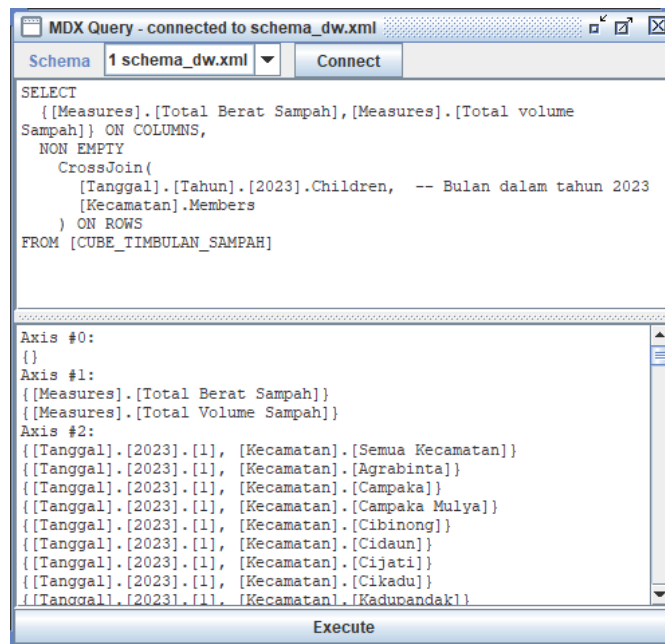
Langkah ketiga Query MDX ini juga memilih [Total Berat Sampah] dan [Total Volume Sampah] sebagai kolom. Pada baris, dilakukan CrossJoin antara [Nama TPA] dari dimensi [TPA] dan [Nama Jenis] dari dimensi [Jenis Sampah]. Data bersumber dari CUBE_TIMBULAN_SAMPAH.



Gambar 24 MDX Query Berat dan Volume Sampah per TPA dan Jenis Sampah

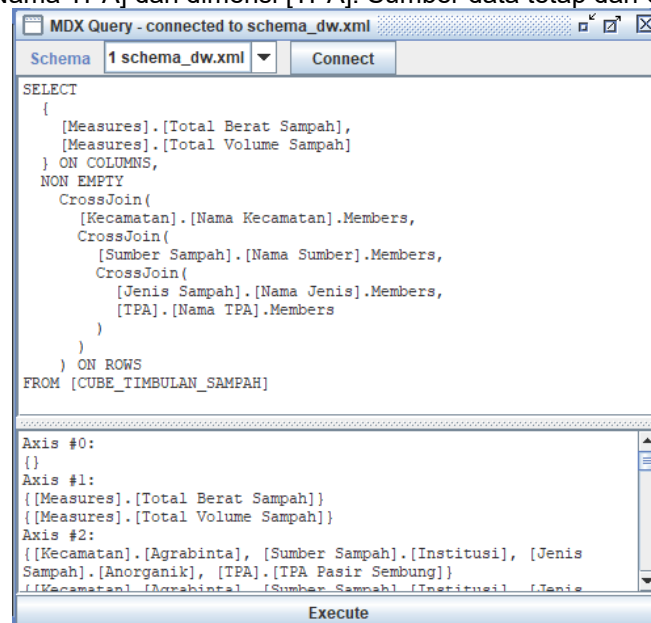
4) Berat dan Volume Sampah per Bulan dan Kecamatan

Langkah keempat Query MDX ini mengekstrak [Total Berat Sampah] dan [Total Volume Sampah] sebagai kolom. Pada baris, dilakukan CrossJoin antara Children dari tahun [2023] dalam dimensi [Tanggal].[Tahun] (yang merepresentasikan bulan-bulan dalam tahun 2023) dan Members dari dimensi [Kecamatan]. Data bersumber dari CUBE_TIMBULAN_SAMPAH.



Gambar 25 MDX Query Berat dan Volume Sampah per Bulan dan Kecamatan

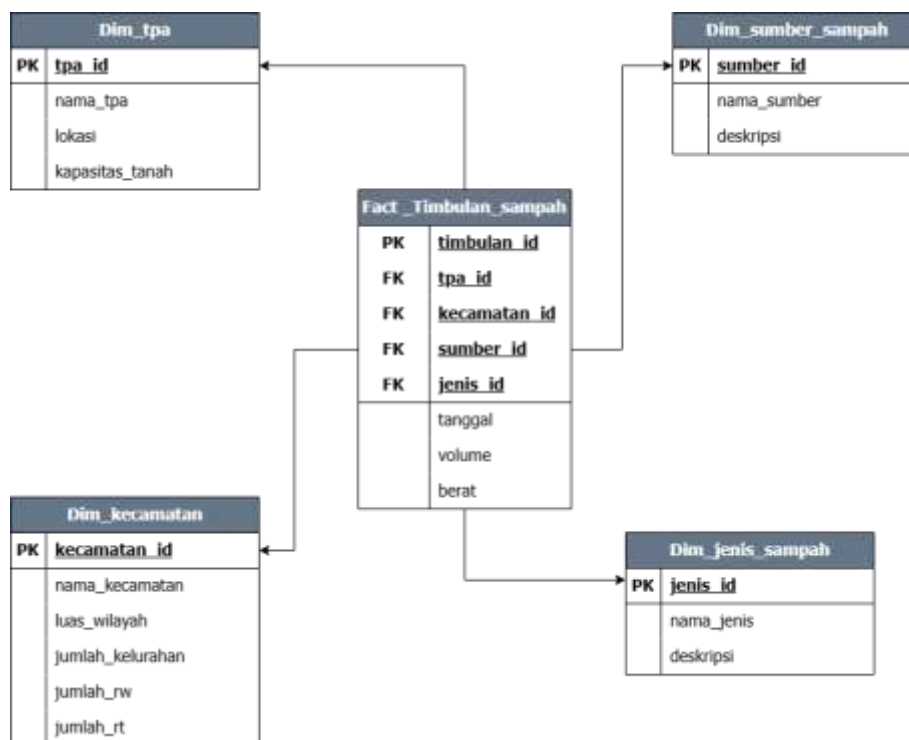
- 5) Berat dan Volume Sampah Berdasarkan Kecamatan, Sumber, Jenis, Dan Lokasi TPA
Langkah kelima Query MDX ini juga memilih [Total Berat Sampah] dan [Total Volume Sampah] sebagai kolom. Namun, pada baris, dilakukan CrossJoin berlapis yang melibatkan [Nama Kecamatan] dari dimensi [Kecamatan], [Nama Sumber] dari dimensi [Sumber Sampah], [Nama Jenis] dari dimensi [Jenis Sampah], dan [Nama TPA] dari dimensi [TPA]. Sumber data tetap dari CUBE_TIMBULAN_SAMPAH.



Gambar 26 MDX Query Berat dan Volume Sampah Berdasarkan Kecamatan, Sumber, Jenis, Dan Lokasi TPA

2.4. Cube Skema Multidimensi

Untuk Skema Multidimensi *Data Warehouse* ini membentuk struktur *Star Schema*, dengan tabel fakta berada di pusat dan dikelilingi oleh tabel-tabel dimensi. Setiap foreign key di tabel fakta mereferensikan primary key di tabel dimensi masing-masing. Relasi yang terbentuk adalah satu ke banyak (one-to-many), dimana satu data pada dimensi dapat berelasi dengan banyak data di tabel fakta.



Gambar 27 Skema Star Schema

Semua tabel dimensi memiliki hubungan satu ke banyak (one-to-many) dengan tabel fakta :

- Satu Dim_tpa bisa memiliki banyak entri Fact_Timbulan_sampah yang merujuk padanya.
- Begitu juga dengan Dim_kecamatan, Dim_sumber_sampah, dan Dim_jenis_sampah

Adapun perancangan Star Schema ini bertujuan untuk:

- Mempermudah proses query dan agregasi data untuk keperluan pelaporan dan analisis.
- Memberikan fleksibilitas dalam analisis multidimensi berdasarkan waktu, lokasi, jenis, dan sumber sampah.
- Menyediakan dasar struktur data warehouse yang mudah dipahami dan diimplementasikan dalam sistem Business Intelligence

3. Hasil dan Pembahasan

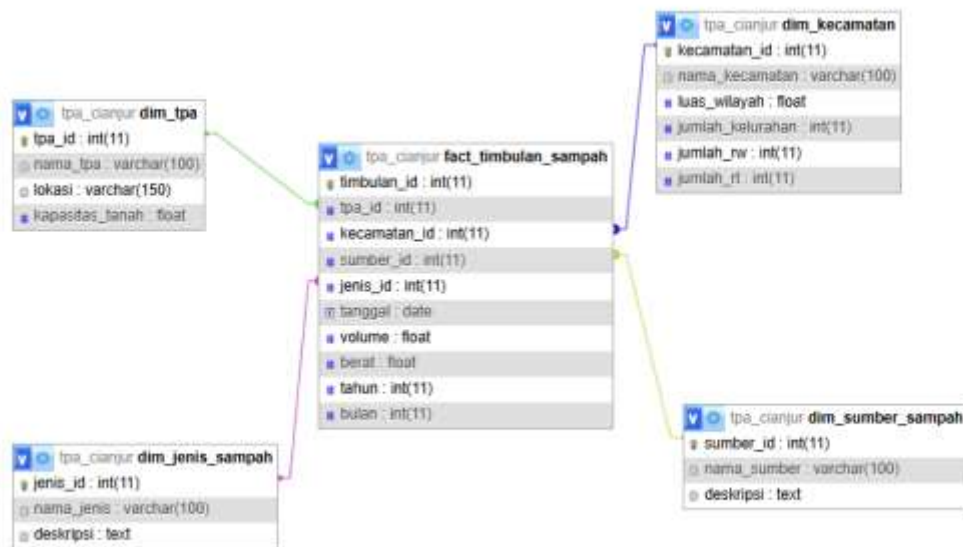
Dalam penerapan *data warehouse* pada DLH Cianjur, arsitektur *data warehouse* yang digunakan ialah *Data Mart Architecture*. Arsitektur ini merupakan bentuk yang sesuai dalam perancangan *data warehouse* untuk Ketersediaan Lahan Sampah di DLH Cianjur. Arsitektur ini pada intinya mengumpulkan sebagian data dari bagian perusahaan yang mempunyai nilai bagi pengguna. Ruang lingkupnya lebih spesifik, seperti data Penjualan atau marketing saja. *Data mart* dapat diimplementasikan di *data warehouse* dengan cara membuat *view* khusus, spesifik aplikasi tertentu. Dapat juga diimplementasikan sebaga *materialized view*, yaitu tampilan *tupel* hasil disimpan. *Data mart* dapat memiliki representasi berbeda dan menggunakan OLAP *engine* sendiri. Alasan yang menjadi dasar penggunaan *Data Mart Architecture*, yaitu :

- Biaya Implementasi Lebih Rendah
Data mart biasanya lebih murah untuk dibangun dan diimplementasikan dibandingkan dengan EDW, karena fokusnya yang lebih terbatas dan data yang lebih sedikit
- Akses Data Lebih Cepat
Data mart dirancang untuk menyimpan data yang paling relevan dan sering digunakan oleh unit bisnis tertentu, sehingga akses ke data yang dibutuhkan menjadi lebih cepat dan efisien.

3.1. Penyajian Data Warehouse

Di dalam pembuatan *database* penulis menggunakan *MySQL Server*. Informasi yang akan dianalisa pada *data warehouse* ini akan disajikan dalam bentuk *cube* pada *Mondrian SourceForge Engine* yang dijembatani oleh *Tomcat service* sebagai web server. Model dimensional yang digunakan pada *cube* lahan_tpa_cianjur adalah model *Star Schema* yang memuat satu tabel fakta dimana tabel fakta tersebut saling terhubung dalam penggunaan tabel-tabel dimensi.

Adapun data *source view* pada *cube* Lahan_TPA_Cianjur adalah sebagai berikut :



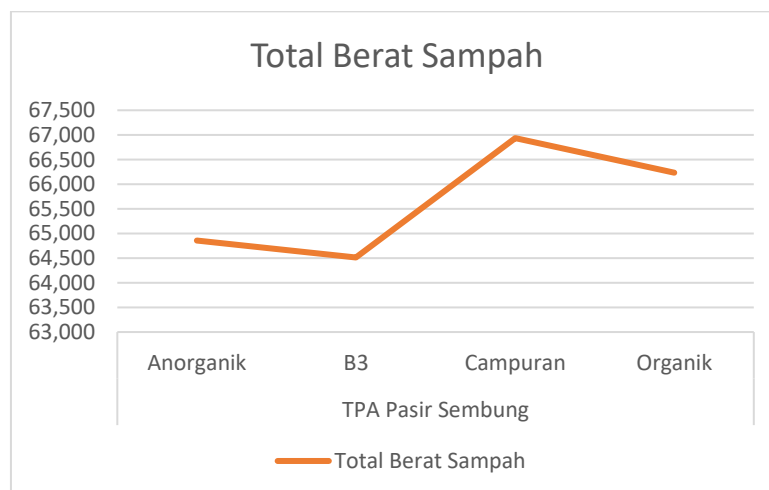
Gambar 28 Data Source View Cube Lahan TPA Cianjur

Informasi jumlah timbulan sampah pada Lahan TPA Cianjur dapat dilihat dari berbagai dimensi (kecamatan, sumber sampah, jenis sampah, lokasi TPA dan yang diinginkan ataupun gabungan dari dimensi-dimensi yang ada). Adapun analisa pada *cube* lahan_TPA_cianjur ini antara lain:

- 1) Jumlah Berat dan Volume Sampah per Jenis Sampah dan Kecamatan
- 2) Jumlah Berat dan Volume Sampah per Sumber Sampah dan Kecamatan
- 3) Jumlah Berat dan Volume Sampah per TPA dan Jenis Sampah
- 4) Jumlah Berat dan Volume Sampah per Bulan dan Kecamatan
- 5) Jumlah Berat dan Volume Sampah Berdasarkan Kecamatan, Sumber, Jenis, Dan Lokasi TPA

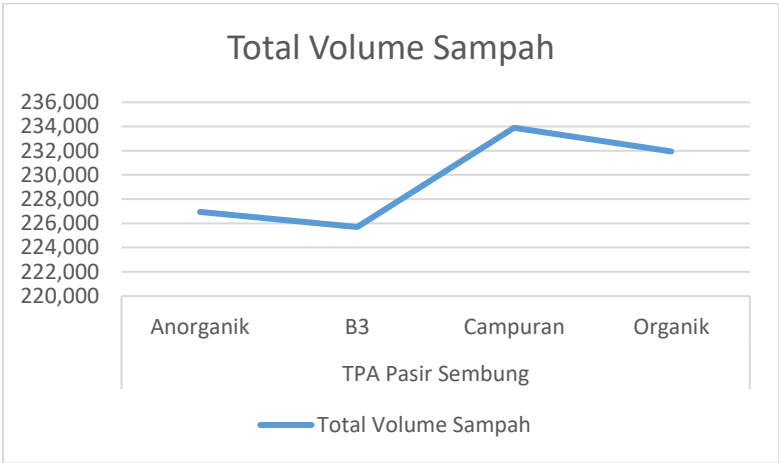
3.1. Pelaporan Informasi (Information Delivery)

Dari analisis yang telah dilakukan, banyak cara pembentukan laporan antara lain dengan menggunakan *Pentaho Report Designer*, *Microsoft Office Excel* dan aplikasi-apliaksi lain yang dapat terkoneksi dengan *database*. Dalam pembuatan laporan hasil analisis padda *data warehouse* ini, digunakan *Microsoft Office Excel* karena penggunaannya yang lebih mudah dan proses yang lebih cepat. Pada *Microsoft Office Excel* hasil analisis *data warehouse* dapat dibuat seperti dalam tampilan *cube* ataupun bentuk *chart/grafik*. Berikut akan ditunjukkan beberapa laporan yang akan ditampilkan untuk mendukung proses bisnis yang diantaranya.



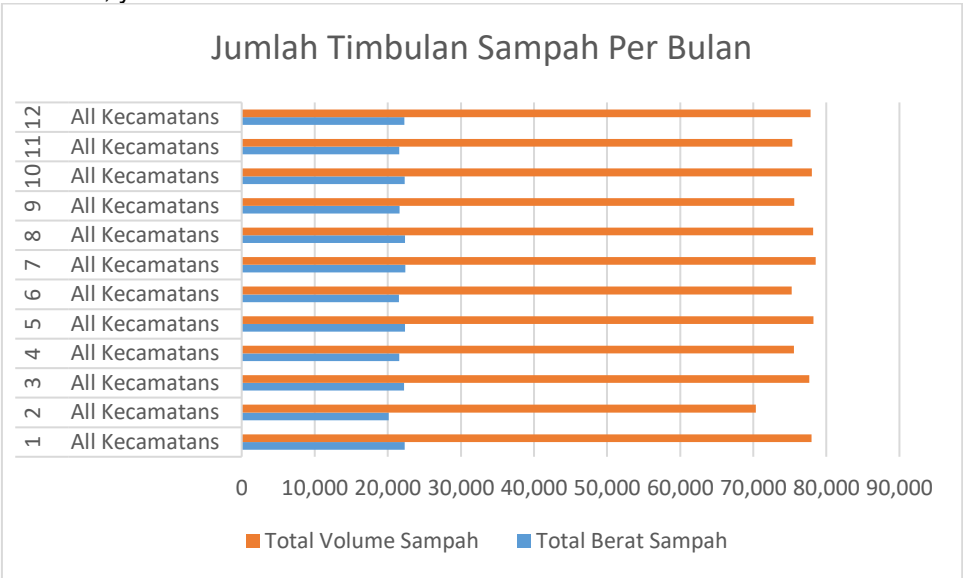
Gambar 29 Laporan Total Berat Sampah Berdasarkan Jenis Sampah Dalam Bentuk Line Chart

Gambar diatas ini, menunjukkan *total berat sampah* berdasarkan jenis sampah di TPA Pasir Sembung. Terlihat bahwa *sampah campuran* memiliki berat tertinggi, mendekati 67.000kg, diikuti oleh sampah organik. Sementara itu, *sampah B3* tercatat memiliki berat terendah, yaitu sekitar 64.500kg.



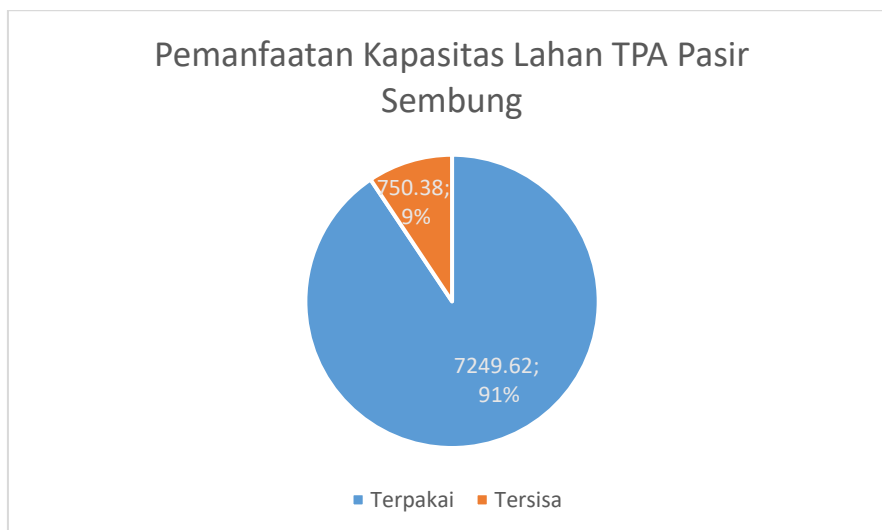
Gambar 30 Laporan Total Volume Sampah Berdasarkan Jenis Sampah Dalam Bentuk Line Chart

Gambar diatas ini, menyajikan data *total volume sampah* berdasarkan jenis sampah di TPA Pasir Sembung. Grafik ini menunjukkan bahwa *sampah campuran* memiliki volume tertinggi, yaitu sekitar 234.000m³. Volume sampah anorganik dan organik berada di angka sekitar 227.000m³ dan 232.000m³ secara berurutan, sedangkan *sampah B3* memiliki volume terendah, yakni sekitar 225.500m³.



Gambar 31 Laporan Total Timbulan Sampah Per Bulan Berdasarkan Kecamatan Dalam Bentuk Column Grafik

Gambar diatas ini, menampilkan *total timbulan sampah per bulan* berdasarkan kecamatan, membandingkan volume dan berat sampah. Secara keseluruhan, *total volume sampah* (batang oranye) secara konsisten jauh lebih tinggi dibandingkan dengan *total berat sampah* (batang biru) untuk setiap bulan, dengan rata-rata volume sampah berada di kisaran 70.000m³ hingga 80.000m³ dan berat sampah di kisaran 20.000kg hingga 25.000kg.



Gambar 32 Laporan Hasil Kapasitas Lahan Di TPA Pasir Sembung Cianjur Dalam Bentuk Pie Chart

Gambar diatas ini, adalah *diagram lingkaran* yang menggambarkan *pemanfaatan kapasitas lahan di TPA Pasir Sembung Cianjur*. Data menunjukkan bahwa 91% (7249,62 unit) dari kapasitas lahan telah *terpakai*, sementara hanya 9% (750,38 unit) yang *tersisa*. Hal ini mengindikasikan bahwa TPA tersebut mendekati kapasitas penuh.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Penelitian, perancangan, dan pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis dalam membuat Data Warehouse untuk Lahan Sampah TPA Di Cianjur dapat ditarik beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut :

- 1) Perancangan data warehouse Lahan Sampah TPA di Dinas Lingkungan Hidup Cianjur cukup bermanfaat guna pengolahan data dalam pengelolaan lahan sampah TPA, sehingga diharapkan kebutuhan dan informasi mengenai ketersediaan lahan sampah yang mampu mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data dapat dipenuhi.
- 2) *Data warehouse* Lahan Sampah TPA di Dinas Lingkungan Hidup Cianjur dapat dipergunakan untuk menganalisa data sampah, sehingga didapat informasi jumlah timbulan sampah dari berbagai dimensi (Kecamatan, Sumber Sampah, Jenis Sampah, TPA)

Adapun saran yang dapat diajukan oleh penulis agar dapat memperoleh hasil yang lebih baik dan bermanfaat, yaitu :

- 1) Perancangan *data warehouse* yang ada diharapkan dapat diimplementasikan dan diperluas cakupannya, sehingga mencakupi berbagai bidang departemen lainnya pada Dinas Lingkungan Hidup Cianjur.
- 2) Penyesuaian platform aplikasi, sehingga data-data dalam jumlah besar lebih terorganisir, terkelompok dan lebih mudah diproses guna meningkatkan informasi, yang dalam hal ini adalah pengelolaan lahan sampah TPA di Dinas Lingkungan Hidup Cianjur dalam beberapa tahun ke depan.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Suryakencana yang telah menjadi wadah bagi para peneliti untuk mengembangkan penelitian jurnal ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang besar bagi kemajuan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Referensi

- [1] A. Muhammad and R. Yuri, "DESAIN DATA WAREHOUSE PENJUALAN MENGGUNAKAN NINE STEP METHODOLOGY UNTUK BUSINESS INTELEGENCY," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, pp. 137-138, 2020.
- [2] Amborowati, A. (2008). Perancangan dan Pembuatan Data Warehouse Pada Perpustakaan AMIKOM Yogyakarta. *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*, 1-14.
- [3] W. Inmon, Building the Data warehouse Second Edition, New York: John Wiley & Sons, , 1996.
- [4] Connolly, T., & Begg, C. (2005). *Database System: A Practical Approach to Design, Implementasion, and Management*. USA: Addison Wesley.: 4th Edition.
- [5] Hardiatmi S., "Pendukung Keberhasilan Pengelolaan Sampah Kota," *INNOFARM. Jurnal Inovasi Pertanian*, pp. 50-66, 2011.
- [6] A. Harahap, S. Yuliana and T. Pramono, "Implementasi Data Warehouse dalam Pengelolaan TPA Kota Bandung," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, pp. 101-112, 2022.
- [7] D. Setiadi, D. Rukmana and R. Handayani, "Manajemen Lahan TPA Berbasis Teknologi Informasi," *Jurnal Teknik Lingkungan*, pp. 55-65, 2020.
- [8] S. Nilam, "Analisis Pengelolaan Sampah Padat di Kecamatan Banuhampu Kabupaten Agam," *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 2016.
- [9] Sahil, "Sistem Pengelolaan dan Upaya Penanggulangan Sampah di Kelurahan DufaDufa Kota Ternate.," *Jurnal Bioedukasi*, p. 1, 2016.
- [10] R. Kimball and M. Ross, "The Data Warehouse Toolkit, Second Edition", Canada: Inc, 2002.
- [11] M. z. Elamin, ANALISIS PENGELOLAAN SAMPAH PADA MASYARAKAT DESA DISANAH KECAMATAN SRESEH KABUPATEN SAMPANG MADURA, Pasaribu: Books Google, 2021.