

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Table 1. Daftar penelitian terkait

No	Peneliti	Keterangan Penelitian
(1)	(2)	(3)
1	Aris Martono,Ferry Sudarto, Deden Rustiana,Nina Rahayu :2013	Judul: Rancang-Bangun Business Intelligence Pada Perpustakaan Sekolah Studi Kasus di SMP Negeri 1 Cisoka Metode: UML Software: PHP, CSS, Html Hasil: Mempermudah pihak manajemen melihat laporan tanpa batas waktu dan tempat, data lebih akurat
2	Welnof Satria:2020	Judul: Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Peramalan Penjualan Produk (Studi Kasus Di Metro Electronic Dan Furniture). Metode: Backpropagation Software: Matlab R2010a Hasil: Proses peramalan lebih cepat, akurat, meminimalisir kesalahan, dan mudah dalam pengembangannya.
3	Ifan Junaedi, Dimas Abdillah, Verdi Yasin: 2020	Judul: Analisis perancangan dan pembangunan aplikasi business intelligence penerimaan negara bukan pajak kementerian keuangan RI Metode: OLAP Software: Oracle Business Intelligence Enterprise Edition (OBIEE) versi 10.1 Hasil: aplikasi business intelligence menampilkan informasi dalam berbagai bentuk format yang

		mencerminkan gambaran data PNBPN secara global dan detil, menghemat waktu dalam menampilkan data laporan, dan berjalan secara intranet di lingkup Kemenkeu
4	Putu Susila Handika, Gusti Agung Ayu Ari Satyawati:2020	<p>Judul: Implementasi <i>business intelligence</i> dan <i>market basket analysis</i> untuk analisa data penjualan di pt. Abc.</p> <p>Metode: metode Market Basket Analysis yaitu Apriori</p> <p>Software: pemograman PHP dengan framework Laravel</p> <p>untuk perhitungan apriori, menggunakan bahasa pemrograman python dengan framework flask.</p> <p>Hasil: Dashboard Business Intelligence dapat menampilkan data dalam bentuk grafik dan tabel sehingga memudahkan pengguna dalam proses Analisa dan menghasilkan nilai support dan confidence sebagai gambaran produk-produk yang saling terkait</p>
5	Muhammad Adnan Khan, Shaiza Saqib, Tahir Alyas, Anees Ur Rehman, Yousaf Saeed, Asim Zeb, Mahdi Zareei, IEEE Member, Ehab Mahmoud Mohamed: 2020	<p>Judul: <i>Effective Demand Forecasting Model using Business Intelligence empowered with Machine Learning</i></p> <p>Metode: <i>machine learning</i></p> <p>Software: <i>Demand Forecast web application AWS Servers</i></p> <p>Hasil: Memprediksi permintaan dengan model sistem yang akurat dan efisien, membandingkan data prediksi dengan data aktual dan menentukan</p>

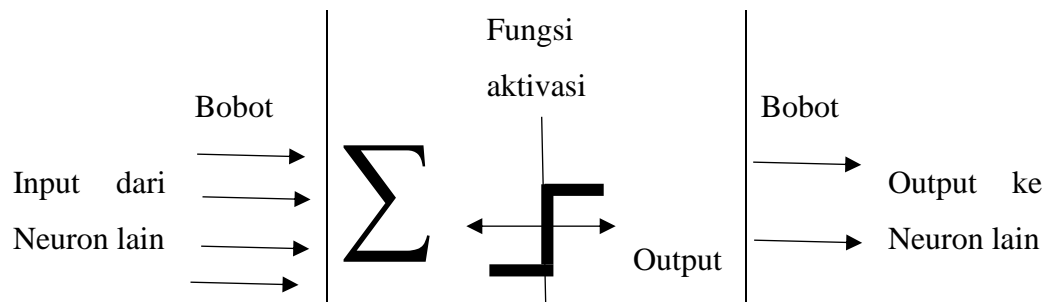
		persentase kesalahan. Hasil simulasi menunjukkan terdapat akurasi hingga 92,38% untuk toko dalam hal peramalan permintaan cerdas
6	Khanti Kusuma Dewi1, Aditiya Hermawan ,Lianny Wydiastuty Kusuma:2021	Judul: Penerapan Dashboard <i>Business Intelligence</i> untuk Menampilkan Fundamental Saham LQ45 Metode: SDLC Software: <i>single page application</i> (PHP) Hasil: tampilan dashboard memudahkan seorang investor dalam menganalisis kembali saham yang akan dibeli.
7	Tiana Karina, Mansuri, Anis Rohmadi, Remi Indra Permana:2021	Judul: Implementasi <i>business intelligence</i> untuk data penjualan barang pada toko scalaris makmur menggunakan aplikasi tableau desktop Metode: OLAP Software: Tableau Hasil: tampilan grafik data jumlah barang dan merk terpopuler setiap bulan dan tahun, pembelian terbanyak pertahun, performa sales pertahun.

Posisi penelitian ini terhadap penelitian sebelumnya nomor 1 terletak pada metode UML dan software PHP, CSS, Html, nomor 2 terletak pada *software* matlab dan hasil yaitu proses peramalan lebih cepat, akurat, meminimalisir kesalahan nomor 3 terletak pada metode OLAP, nomor 4 terletak *software*: pemograman PHP dengan *framework* Laravel dan hasil: *Dashboard Business Intelligence* dapat menampilkan data dalam bentuk grafik dan tabel, nomor 5 terletak pada hasil: memprediksi permintaan dengan model sistem yang akurat dan efisien, nomor 6 terletak pada metode SDLC, nomor 7 terletak pada hasil tampilan grafik data jumlah barang dan merk terpopuler setiap bulan dan tahun.

B. Landasan Teori

1. Prediksi penjualan adalah memperkirakan barang yang akan terjual dimasa depan berdasarkan data historis[14]. Keputusan bisnis untuk memprediksi permintaan merupakan tugas pengambilan keputusan utama perusahaan yang didalamnya terdapat data penjualan mentah yang dikumpulkan, disusun melalui berbagai sumber kemudian memperkirakan permintaan produk berdasarkan data, dan dianalisis dari tabel yang berbeda dan menentukan permintaan barang berdasarkan mingguan atau bulanan[15].
2. *Artificial neural network (ANN)* atau jaringan syaraf tiruan ialah sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik seperti jaringan saraf biologi[16]. Memiliki Pemodelan data yang dapat mewakili hubungan *input-output* yang lengkap, memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah, mudah digunakan dan dapat menginisialisasikan sistem yang rumit[17].

a. Komponen – komponen *Artificial Neural Network (ANN)*[18]:



Gambar 1 Struktur Neuron *Artificial Neural Network*

Keterangan:

- 1) Input ialah penerima informasi masukan seperti dendrit pada otak manusia
- 2) Neuron ialah komponen yang memiliki tugas memproses informasi
- 3) Bobot ialah komponen yang memiliki kekuatan hubungan antara neuron satu dengan yang lainnya seperti *synapsis* pada otak manusia
- 4) Fungsi aktivasi ialah nilai tertentu berisi hasil penjumlahan dari semua input neuron yang akan menentukan apakah input neuron akan diteruskan ke neuron lain atau tidak.
- 5) Output ialah proses perhitungan fungsi aktivasi yang menghasilkan *output* dari jaringan yang telah di inputkan seperti axon pada otak manusia.

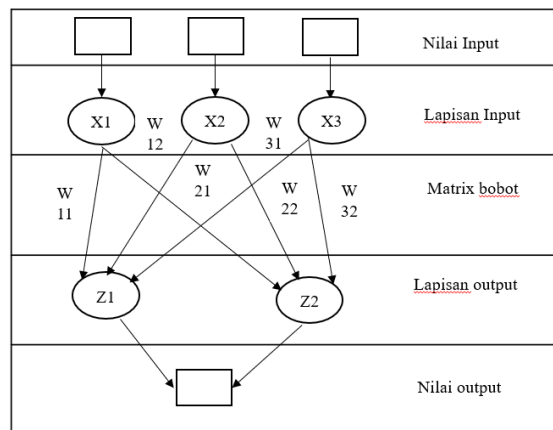
b. Arsitektur *Artificial Neural Network (ANN)*

Artificial Neural Network (ANN) memiliki pola keterhubungan antar neuron yang terdiri dari 3 macam:[16]

- 1) Jaringan lapisan tunggal (*single layer network*) ialah jaringan input neuron dihubungkan langsung dengan sekumpulan *outputnya*. Jaringan lapisan ini

memiliki lapisan *input* dan lapisan *output* tanpa adanya lapisan tersembunyi atau *hidden layer*. Jadi Setelah lapisan *input* menerima masukan yang diterimanya akan langsung diproses melalui bobot bobot penghubung (W_{ij}) antara

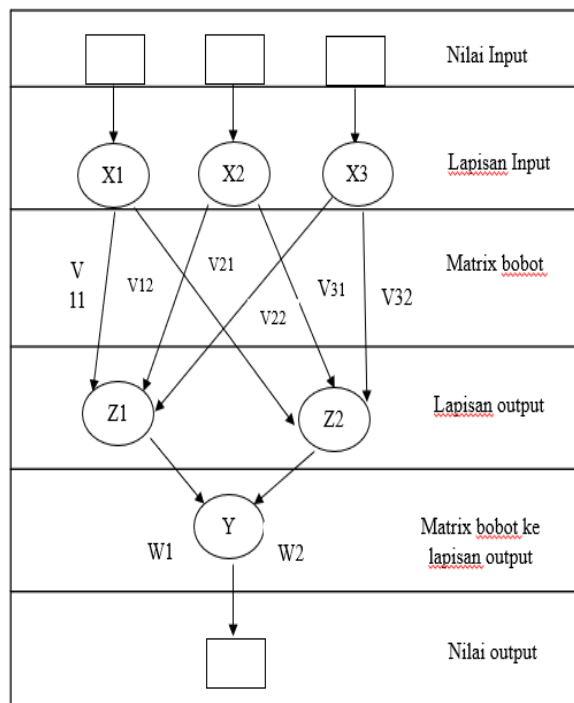
2) lapisan *input* dan lapisan *output* Berikut struktur jaringan lapisan tunggal[18]:



Gambar

2 Struktur jaringan lapisan tunggal

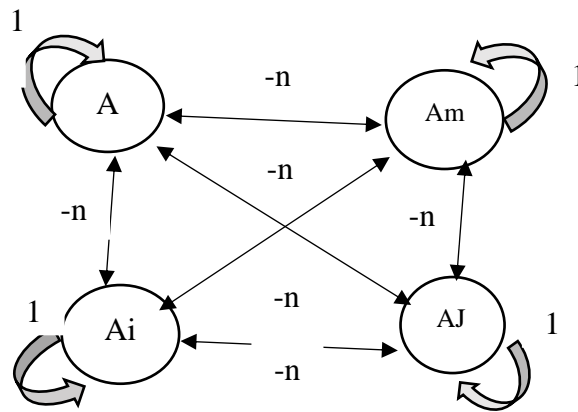
3) Jaringan lapisan banyak (*multilayer network*) ialah jaringan yang memiliki lapisan input, lapisan output dan juga lapisan tersembunyi (*hidden layer*) yang terletak pada lapisan *input* dan *output*. Bobot bobot penghubung antara



lapisan *input* dengan *hidden layer* dinotasikan dengan V_{ij} dan bobot penghubung antara *hidden layer* dan lapisan output dinotasikan dengan W_{jk} . Berikut struktur jaringan lapisan banyak[18]

Gambar 3 Struktur jaringan lapisan banyak

4) Model jaringan kompetitif ialah model jaringan yang hampir sama dengan jaringan lapisan tunggal atau banyak, namun terdapat neuron *output* yang memberikan sinyal pada unit *input* atau *feedback loop*. Nilai bobot untuk tiap neuron 1 dan bobot acak negative dengan bobot $-n$ untuk neuron lain. Berikut struktur jaringan dengan lapisan kompetitif[18]:



Gambar 4 Struktur jaringan kompetitif

Pelatihan data untuk memperoleh aksitektur terbaik dilakukan dengan beberapa percobaan dan *error* pada jumlah neuron (lapisan tersembunyi). Aksitektur yang baik terlihat dari tingginya akurasi kebenaran, *epoch* yang sedikit dan (*Mean Square Error*) MSE yang terkecil[14].

c. Fungsi aktivasi

Fungsi aktivasi dipergunakan untuk menentukan *output* suatu neuron[16]. Salah satu fungsi aktivasi yang sering digunakan ialah fungsi aktivasi sigmoid biner yang mempunyai *range* (0,1) dan nilai maksimum 1, sehingga untuk pola targetnya mempunyai nilai lebih besar dari satu, pola *input* dan *output* ditransformasikan terlebih dahulu, sehingga semua polanya mempunyai *range* yang sama dengan *sigmoid biner*. Data ditransformasikan ke interval (0,1), namun lebih baik bila ditransformasikan ke interval yang lebih kecil, contohnya pada interval [0,1, 0,9]. Hal tersebut dikarenakan fungsi *sigmoid biner* ialah fungsi asimtotik yang nilainya tidak mencapai angka 0 ataupun 1. Data dapat di normalisasi dengan rumus[16]:

$$X' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1$$

Keterangan:

X = Data asli

X' = Data normalisasi

a = Data minimum

b = Data maksimum

Sedangkan untuk mengembalikan data ke bentuk aslinya menggunakan rumus:

$$X = \frac{(X' - 0,1)(b - a)}{0,8} + a$$

Berikut fungsi *sigmoid biner* dapat dirumuskan ([16] [18][19]):

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\sigma x}} \text{ turunannya } f'(x) = \sigma f(x) [1 - f(x)]$$

keterangan:

f(x) = fungsi aktivasi

x = jumlah bobot dari sinyal input

σ = *learning rate*

d. Algoritma *Backpropagation*

Backpropagation ialah algoritma pembelajaran yang terawasi mempunyai lebih dari satu lapisan yang digunakan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada *hidden layer* [20]. *Supervised learning* atau pelatihan terawasi ialah setiap pola yang diberikan ke dalam jaringan syaraf tiruan telah diketahui outputnya [16]. Nilai *output* dari jaringan ini akan dibandingkan dengan nilai *output* targetnya disebut dengan error. Apabila error masih cukup besar, masih perlu melakukan pembelajaran lagi untuk mendapatkan nilai error kecil [21]. Algoritma *Backpropagation* menggunakan eror output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*) [21].

Tahapan dan langkah algoritma *backpropagation* yaitu ([18][16]):

Langkah 0 : Inisialisasi bobot awal yang cukup kecil

Langkah 1 : Selama kondisi berhenti belum dicapai, maka lakukan langkah ke dua hingga langkah ke sembilan. kalau sudah proses selesai.

Langkah 2 : Untuk setiap pelatihan lakukan langkah 3-8

Tahap 1 : Umpan maju (*Feedforward*)

Langkah 3 : Tiap unit input X_i ($i: 1, \dots, n$) mengirimkan sinyal input, ke setiap input pada lapisan tersembunyi.

Langkah 4 : Hitung semua sinyal *input* yang sudah yang sudah terboboti termasuk biasanya di setiap unit tersembunyi Z_j ($j: 1, \dots, p$).

$$Z_{netj} = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij}$$

Hitung sinyal *output* dari unit tersembunyi dengan fungsi aktivasi yaitu:

$$Z_j = f(Z_{netj}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{netj}}}$$

Selanjutnya sinyal *output* ini diteruskan ke unit *output*

Langkah 5 : Hitung semua sinyal *input* yang sudah terboboti termasuk biasanya pada unit output Y_k ($k: 1, \dots, m$)

$$Y_{netk} = W_{0k} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk}$$

Hitung sinyal *output* dari unit *output* dengan fungsi

$$\text{aktivasi yaitu: } Y_k = f(Y_{netk}) = \frac{1}{1 + e^{-Y_{netk}}}$$

Sinyal *output* ini diteruskan ke seluruh unit output

Tahap 2 : Umpan mundur (*backward propagation*)

Langkah 6 : Setiap unit *output* Y_k ($k: 1, \dots, m$) menerima pola output dari jaringan. Untuk menghitung error antara target yang dimasukan dengan *output* yang dihasilkan jaringan yaitu:

$$\begin{aligned} \delta_k &= (T_k - Y_k) f'(Y_{netk}) \\ &= (T_k - Y_k) Y_k(1 - Y_k) \end{aligned}$$

Faktor kesalahan δ_k yang akan digunakan untuk memperbaiki bobot (W_{jk}) pada *hidden layer* dengan *learning rate* untuk ($j: 1, \dots, p$) dan ($k: 1, \dots, m$)

$$\Delta W_{kj} = \alpha \delta_k Z_j$$

Menghitung koreksi bias untuk memperbaiki bobot bias W_{0k} .

$$\Delta W_{0k} = \alpha \delta_k$$

Faktor δ_k diteruskan ke lapisan pada langkah 7

- Langkah 7 : Setiap unit tersembunyi Z_j ($j: 1, \dots, p$) menerima *input* delta dari langkah ke 6. Hitung faktor δ di setiap unit tersembunyi berdasarkan kesalahan tiap unit tersembunyi yaitu: $\delta_{net j} = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^p \delta_k W_{jk}$
- Hitung faktor δ unit tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang sudah diturunkan yaitu:
- $$\begin{aligned} \delta_j &= \delta_{net j} f'(Z_{net j}) \\ &= \delta_{net j} Z_j (1 - Z_j) \end{aligned}$$
- Hitung koreksi bobot V_{ij} untuk memperbaiki bobot V_{ij} untuk ($j: l, \dots, p$) dan ($i: l, \dots, n$), $\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j X_i$
- Hitung koreksi bias untuk memperbaiki bias V_{0j} yaitu: $\Delta V_{0j} = \alpha \delta_j$
- Tahap 3 : Memodifikasi bobot dan bias
- Langkah 8 : Hitung perubahan bobot di unit tersembunyi ($k: l, \dots, m$) menuju unit output ($j: l, \dots, p$)
- $$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk}$$
- Hitung perubahan di unit *input* untuk ($i: l, \dots, n$) menuju unit tersembunyi ($j: l, \dots, p$)
- $$V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij}$$
- Langkah 9 : Proses pelatihan akan berhenti ketika kondisi telah terpenuhi, apabila belum terpenuhi maka lakukan langkah 2 -9.

Keterangan:

- X_i : Unit input
- V_{ij} : Bobot unit *input* pada unit tersembunyi
- Z_j : Keluaran pada unit tersembunyi
- $Z_{net j}$: Faktor keluaran pada unit tersembunyi
- Y_k : Keluaran pada unit *output*
- W_{jk} : Bobot unit tersembunyi pada unit *output*
- $Y_{net k}$: Faktor keluaran pada unit *output*
- V_{0j} : Bobot bias pada unit tersembunyi
- W_{0k} : Bobot bias pada unit *output*

- δ_j : Faktor kesalahan pada lapisan tersembunyi
- δ_k : Faktor kesalahan pada lapisan *output*
- α : *Learning rate*
- ΔW_{jk} : Suku perubahan bobot
- e : Konstanta eksponen dengan nilai 2.718

e. Langkah- langkah dalam melakukan prediksi menggunakan *artificial neural network* (ANN) ialah[16]:

- 1) Menyiapkan data
- 2). Membentuk jaringan dan menentukan struktur (pola *input* dan *output*, *hidden layer*)
- 3). Melakukan transformasi data ke dalam *sigmoid biner*
- 4). Membagi data 80% untuk *training*, dan 20% untuk *testing*
- 5). Inisialisasi parameter (Menentukan *learning rate*, *goal*, *epoch* dan *gradient*)
- 6). Melakukan proses pelatihan dan pengujian
- 7). Pemilihan arsitektur jaringan terbaik berdasarkan *Mean square error* (MSE)
- 8). Menyimpan nilai *Mean square error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan jaringan yang terbaik.

f. *Mean square error* (MSE)

Mean square error (MSE) ialah pengukuran untuk menghitung tingkat kesalahan atau error dengan mengkuadratkan selisih antara data ramalan dengan data aktual sehingga error dapat menjadi positif dan dapat dirumuskan: MSE

$$= \frac{\sum_{t=1}^n e^2}{n} [16]$$

Keterangan:

e = Nilai error

n= Jumlah data

g. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ialah rata-rata dari jumlah seluruh kesalahan persentase untuk kumpulan data tertentu yang diambil tanpa

memperhatikan tanda positif atau negative yang dapat dirumuskan: $MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t}$ [16]

Keterangan:

n = jumlah data

X_t = Nilai actual

F_t = Nilai Peramalan

Menurut Hsu dan Wang (2008) nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) mempunyai empat kriteria yang menampilkan prediksi baik atau tidak. Kriteria prediksi ditunjukkan pada tabel 2[22]

Nilai MAPE	Kriteria prediksi
<10%	Akurasi sangat baik
10% - 20%	Akurasi baik
20% - 50%	Akurasi cukup
>50%	Akurasi lemah

Table 2 Kriteria prediksi

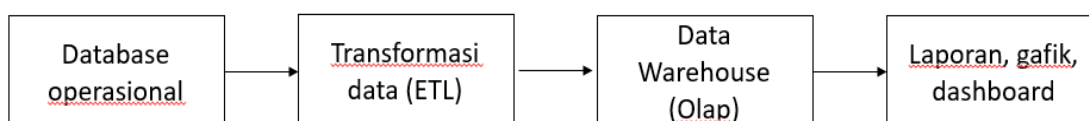
h. Analisis hasil

Analisis hasil dilakukan guna menilai seberapa tepat akurasi prediksi penjualan. Akurasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\sum \text{data benar}}{\sum \text{seluruh data}} \times 100\% \text{ [23]}$$

3. Business intelligence

Business intelligence merupakan bidang ilmu yang dapat membantu mengubah data menjadi pengetahuan dan kecerdasan, yang ditindak lanjuti oleh perusahaan dan dapat menargetkan pelanggan secara efektif untuk membantu menjual produk dengan cara yang lebih baik, membantu mengambil keputusan secara strategis maupun operasional dengan mengambil tindakan secara benar berdasarkan data[11] [15]. Data yang dikumpulkan dari berbagai sumber, kemudian diolah dan ditampilkan dengan bentuk yang mudah dianalisis oleh manajer pada suatu perusahaan sehingga hasil analisis dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik bagi perusahaan[12]. Berikut proses *business intelligence* terdiri dari:



Gambar 5. Proses business intelligence

Sumber:[12]

Business intelligence juga mempermudah pengguna dalam mengelola data, menghasilkan tampilan grafik atau dashboard sebagai laporan dan analisis[23]. Sistem *business intelligence* sebagai sistem dan strategi yang dipasang di industri untuk mengolah data dalam mendukung operasional, taktis, dan strategis keputusan bisnis[24]. Keuntungan diterapkannya *business intelligence* ialah menghemat waktu untuk pemasok, pilihan terbaik dalam pengambilan keputusan, mampu mengembangkan sebuah bisnis, strategi yang objektif dan menguntungkan.[25]

Implementasi Business Intelligence menurut Larrisa T.Moss terdiri dari:

- a. *Justification* yaitu melakukan *business case assesment* yaitu mengumpulkan informasi yang dibutuhkan seperti menganalisa masalah, strategi dan tujuan perusahaan untuk keperluan *dashboard business intelligence*
- b. *Planing* yaitu membuat *project planning business intelligence* yang dibangun dapat selesai tepat waktu.
- c. *Business Analysis* yaitu menganalisa dari bisnis tentang ketersediaan data, kualitas data dan tampilan antar muka.
- d. *Design* yaitu merancang datamart/data warehouse dan ETL design.
- e. *Construction* yaitu melakukan persiapan implementasi *business intelligence* yaitu migrasi data yang diolah untuk keperluan *dashboard business intelligence*[26][27].

4. *Extract, Transform, Load* (ETL)

Extract ialah proses mengambil data dari database operasioal, transform ialah mengubah bentuk data yang sudah diextract menjadi bentuk yang cocok dengan kebutuhan *user*, *load* ialah proses untuk hasil transformasi ke dalam data *warehouse*[28]. Proses ETL data disimpan ke dalam database untuk membantu dalam proses analisis *business intelligence*[29]. Proses transformasi terjadi pada target database atau ETL (*Extract Load Transform*) yang terdiri dari dua tipe dasar yaitu *measure* dan *dimension*. *Measure* adalah data bilangan terukur seperti kuantitas, harga, nilai rata rata dari kelompok nilai tertentu, jumlah dari nilai tertentu. Dimensi digunakan untuk mengatur *measure* yaitu bulan, yang dikelompokkan dalam bentuk bertingkat (level). Dimensi waktu yang disusun tahun, kuartal, bulan, hari dengan skema yang diterapkan *star* atau *snowflake* menggunakan bahasa query MDX (*Multidimensional Expression*) [30].

5. Data Warehouse

Data *warehouse* adalah database dimana pusat data dibentuk dari penggabungan dan pengolahan data dari berbagai sumber data yang digunakan untuk pelaporan dan analisis data [2]. Menurut Ralph Kimball 9 langkah untuk perancangan *datawarehouse* ialah memilih proses, memilih butir, mengidentifikasi dan menyesuaikan dimensi, memilih fakta, menyimpan pra-perhitungan dalam tabel fakta, membulatkan tabel dimensi, memilih durasi *database*, melacak perubahan dimensi secara perlahan, memutuskan desain fisik[31].

6. Online Analytical Processing (OLAP)

OLAP ialah metode analisis data yang terdapat di dalam media penyimpanan data (*database*) dan kemudian dalam pembuatan laporannya sesuai dengan permintaan *user*. [32][33] Tahapan metode OLAP:

- a. *Consolation (roll -up)*, pada tahapan ini melakukan pengelompokkan data untuk melihat data secara global.
- b. *Drill-up and drill down* menavigasi antara tingkat data mulai dari yang paling diringkas(atas) ke yang paling rinci (bawah)[33]

7. Pengembangan sistem dengan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC)

Langkah – langkah *Software Development Life Cycle* (SDLC)[34]:

- a. *Identifying Problems, Opportunities, and Objectives* (identifikasi masalah, peluang dan tujuan)
- b. *Determining Human Information Requirement* (menentukan kebutuhan).
- c. *Analyzing System Needs* (analisa kebutuhan sistem)
- d. *Designing the Recommended System* (merancang sistem yang direkomendasikan)
- e. *Developing and Documenting Software* (mengembangkan dan mendokumentasikan perangkat lunak).
- f. *Testing and Maintaining the System* (menguji dan, memelihara sistem)
- g. *Implementing and Evaluating the System* (menerapkan dan mengevaluasi sistem).
(Lampiran 1 profil perusahaan)

