

MODEL DATA PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK ANALISIS DATA TINDAK KRIMINAL

Dedi Trisnawarman

Program Studi Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara
e-mail : dedi_tr@Yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini menghasilkan model arsitektur dan model data yang dapat mendukung aplikasi cerdas pengambilan keputusan yang berkaitan dengan analisis data kriminal. Aplikasi cerdas yang dimaksud adalah suatu aplikasi yang mampu melakukan analisis prediktif terhadap pola kriminal (crime pattern) dengan algoritma-algoritma data mining, tampilan multidimensional analisis dengan Online Analytical Analysis (OLAP), visualisasi dashboard yang mengacu pada Key Performance Indicator (KPI). Model arsitektur yang dihasilkan adalah model arsitektur yang mengintegrasikan banyak sumber data untuk analisis dan model data adalah hasil ekstraksi entitas dan atribut yang relevan dengan analisis yang dibutuhkan. Rancangan Data warehouse model yang dihasilkan menggunakan metode bottom-up Kimball. Metode pengumpulan data dengan cara survey ke lapangan yaitu ke pusat data kriminal dari instansi pemerintah dan pihak yang terkait (data sekunder), dan melalui interview terhadap pihak yang terkait (data primer). Pemodelan data menghasilkan star schema dengan tiga table fakta dan 13 tabel dimensi. Tabel fakta (fact table) yang dihasilkan yaitu: fact table case_analysis, fact table arrest_analysis dan fact table summon_analysis, sedangkan tabel dimensi yang dihasilkan terdiri dari: dim case, dim crime_scene, dim time, dim position, dim modus, dim DPO, dim visum, dim witness, dim police_officer, dim crime, dim convey, dim suspect, dim physical, dim iklim, dim demografi. Model schema yang dihasilkan digunakan untuk mendukung aplikasi cerdas dalam hal optimasi query untuk data yang besar dan tampilan multidimensional analisis.

Kata Kunci: Aplikasi Cerdas, Data Warehouse, Model Data, Kriminal

1. PENDAHULUAN

Lembaga penegak hukum seperti polisi saat ini dihadapkan dengan volume besar data yang harus diproses dan diubah menjadi informasi yang berguna. Mengidentifikasi karakteristik kriminal adalah langkah pertama untuk mengembangkan analisis lebih lanjut. Menurut Nath (2007), memecahkan kasus kriminal adalah tugas kompleks yang membutuhkan kecerdasan manusia dan pengalaman dan data mining adalah teknik yang dapat membantu mereka dengan masalah pendeteksian kriminal.

Sebuah alat analisis kriminal yang ideal harus mampu mengidentifikasi pola-pola kriminal dengan cepat dan dengan cara yang efisien untuk pola kriminal deteksi dan tindakan di masa depan. Namun, dalam skenario ini, terdapat tantangan utama seperti yang ditemukan oleh (Malathi dan Baboo, 2011),

- Volume informasi Kriminal telah meningkat.
- Masalah teknik identifikasi yang akurat dan efisien dapat menganalisis ini tumbuh volume data kriminal
- Metode yang berbeda dan struktur yang digunakan untuk merekam data kriminal.
- Data yang tersedia tidak konsisten dan tidak lengkap sehingga membuat tugas analisis formal jauh lebih sulit.
- Investigasi kriminal mengambil durasi yang lebih lama karena kompleksitas masalah

Meningkatnya jumlah penduduk dan kompleksitas kehidupan juga meningkatkan kejadian kriminal. Menurut Rastika (2012), di Indonesia terjadi satu tindak kriminal setiap 91 detik. Dengan interval kejadian yang singkat dan terjadi di banyak tempat maka dibutuhkan tindakan cepat dan tepat dalam pengambilan keputusan untuk mencegah dan memprediksi kejadian kriminal. Dibutuhkan suatu aplikasi berbasis komputer yang mampu memberikan dukungan analisis dan dukungan pengambilan keputusan.

Model database operasional organisasi yang telah banyak dijalankan (*online transaction processing /OLTP*) sebelumnya ditujukan untuk merekam dan memberikan laporan data operasional harian dengan banyak keterbatasan. OLTP organisasi, khususnya organisasi pemerintah seperti

departemen kepolisian tidak mendukung sumber data yang berbeda-beda, volume data yang besar, optimasi query untuk data yang besar, tampilan analisis yang dikaitkan dengan waktu kejadian, dan tidak disiapkan untuk penerapan algoritma cerdas data mining untuk dukungan pengambilan keputusan. Sehingga data kriminal yang sudah direkam bertahun-tahun dan data pendukung lainnya seolah-olah menjadi tidak berguna, padahal data tersebut merupakan sumber informasi yang sangat berharga untuk analisis pencegahan dan prediksi dalam masalah kriminal.

Dari uraian tersebut di atas maka dibutuhkan suatu model data dan model arsitektur yang dapat mendukung rancangan aplikasi cerdas pengambilan keputusan dalam masalah analisis data kriminal. Model data dan model arsitektur tersebut mampu:

1. mengintegrasikan data dari berbagai sumber data
2. mendukung optimasi query untuk data yang besar (*big data*)
3. mendukung tampilan multidimensional analisis
4. mendukung penerapan algoritma cerdas data mining untuk pengambilan keputusan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian tentang pemodelan data untuk analisis pendukung pengambilan keputusan sudah banyak dilakukan. Khusus untuk data yang besar (*big data*) maka pemodelan data yang dimaksud adalah pemodelan data warehouse.

Shaker (2011), mengusulkan sebuah model konseptual baru diagram pemetaan entitas /*entity mapping diagram (EMD)*. EMD sebagai model yang disederhanakan untuk mewakili proses *Extract Transform Loading (ETL)* dalam data warehouse.. Golfarelli et al. (1998), memformalkan model konseptual grafis untuk data warehouse, yang disebut model fakta dimensi, dan mengusulkan metodologi semi-otomatis untuk membangun konseptual skema yang terdiri dari *facts, measures*, atribut, dimensi dan hirarki. Skema Fakta harus diintegrasikan dengan informasi dari beban kerja, untuk digunakan sebagai masukan dari fase desain logis dan fisik. Tsois, et al. (2001), mengusulkan *Multidimensional Aggregation Cube (MAC)*. MAC adalah model data konseptual *user-centric* yang mencoba untuk memenuhi kebutuhan. MAC Model menggunakan konsep yang dekat dengan cara pengguna Online Analytical Processing (OLAP) melihat informasi tersebut. Model MAC menggambarkan data sebagai *dimension levels, drilling relationships, dimension paths, dimensions, cubes dan attributes*. Golfarelli (2009), membuat model berdasarkan analisis kebutuhan pengguna (*User Requirements*). Adap tiga prinsip desain persyaratan fungsional yang diidentifikasi dalam model tersebut yaitu: *supply driven, goal-driven dan user-driven*.

Peneliti yang lain seperti Moody (2000), membangun model berdasarkan pengalaman praktisi. Model yang diusulkan memiliki langkah-langkah sebagai berikut: mengembangkan enterprise data model, mendesain data warehouse terpusat, mengklasifikasi entities, mengidentifikasi hierarchy, desain data marts. Kin-Chan Pau et al. (2007) membangun model logis dan fisik berdasarkan data jejak audit alur kerja yang relevan dengan evaluasi kinerja proses bisnis untuk mengoptimalkan kinerja query seluruh data yang bervolume besar. Umashanker et al. (2010) membandingkan berbagai model multi-dimensi sesuai dengan ruang multi-dimensi, aspek bahasa dan representasi fisik. Golfarelli et al., (1998), mengajukan gagasan tentang *Dimensional Fact Model* dengan skema dimensi yang terdiri dari satu set skema fakta. Komponen skema fakta adalah fakta, langkah-langkah, dimensi dan hirarchy. Chan (2004), mengusulkan kerangka kerja pemodelan perusahaan untuk penyebaran data warehouse. Kerangka kerja ini menyediakan peta jalan informasi yang mengkoordinasi sumber data dan data warehouse yang berbeda di seluruh perusahaan bisnis.

Penelitian dan publikasi tentang aplikasi cerdas pengambilan keputusan dalam masalah kriminal telah banyak dilakukan. Semua aplikasi yang dimaksud berkaitan dengan database besar dan algoritma cerdas data mining. Malathi (2001) menggunakan algoritma K-means dan DBScan untuk mengidentifikasi perubahan pola kriminalitas, Huymans (2006) menggunakan SOM dan SVM untuk analisis masalah korupsi, Yanchang (2010), Thangavelu (2012), Lin (2003), menggunakan metode association rules. Teknik decision tree juga banyak digunakan dalam aplikasi cerdas bidang kriminal seperti yang dilakukan oleh Charles (2010), Kstellec (2010), Hsien Yu (2011), Oatley (2006), dan algoritma Bayesian belief network di gunakan oleh Riesen (2009), Blattenberger (2010), Baumgartner (2008), dan teknik neural network digunakan oleh Dahbur (2003), Adderley (2008).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian yang ini terdiri dari dua bagian. Bagian pertama akan menghasilkan arsitektur model dan schema model, sedangkan bagian berikutnya adalah membangun prototype model, tulisan ini menjelaskan bagian pertama dari dua bagian penelitian tersebut.

Penelitian ini mengambil studi kasus tentang program pemerintah yang berkaitan dengan masyarakat yaitu tentang program keamanan masyarakat khususnya yang berkaitan dengan analisis tindak kriminal. Beberapa daerah di Indonesia yang terkait dengan sumber data OLTP dan data eksternal akan dijadikan obyek penelitian,

3.1. Data Penelitian

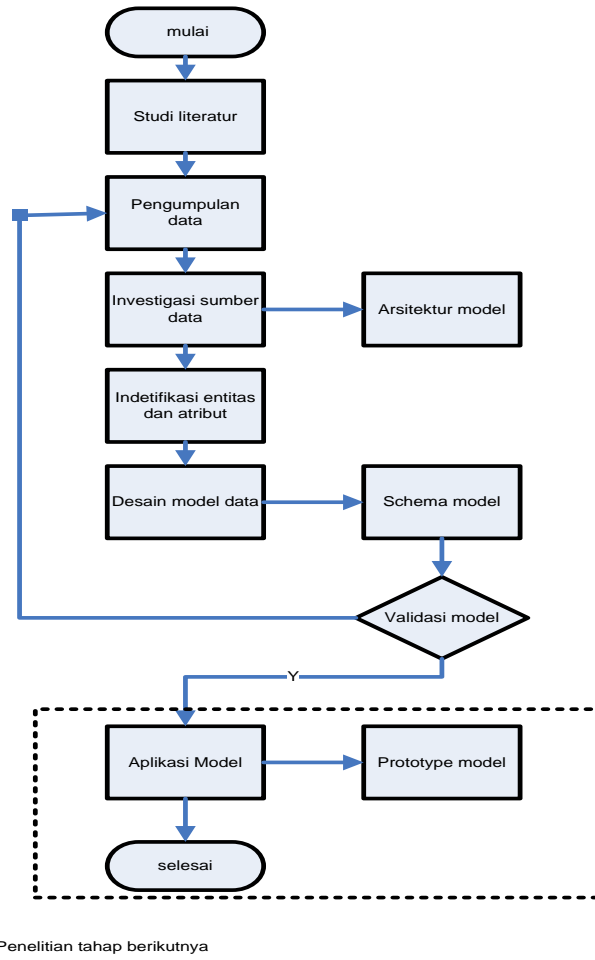
Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan langsung melalui survey lapangan dengan metode wawancara dan kuisisioner. data primer lebih ditujukan untuk *user requirement* dan validasi model dalam aplikasi model yang akan dibangun pada tahap berikutnya. Data sekunder adalah data yang didapatkan dari pihak lain dalam bentuk database (OLTP), file teks, file spreadsheet, dan dalam bentuk format lainnya. Sumber data sekunder merupakan data utama yang akan menjadi data model.

3.2. Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur tentang pemodelan data, data warehouse, aplikasi pengambilan keputusan dalam analisis tindak kriminal. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data untuk mendukung investigasi sumber data yang akan menghasilkan arsitektur model. Langkah selanjutnya adalah identifikasi entitas dan atribut dari sumber data yang sudah diseleksi dalam arsitektur model. Berdasarkan entitas dan atribut yang terpilih maka langkah selanjutnya adalah membangun model data warehouse menggunakan pendekatan Kimball (2010), meliputi sembilan tahap atau yang disebut dengan *nine step methodology*. Sembilan tahap tersebut adalah :

1. *Choose the process.*
2. *Choose the grain.*
3. *Identify and conform the dimensions.*
4. *Choose the facts.*
5. *Store precalculation in the fact table.*
6. *Round out the dimension table.*
7. *Choose the duration of the database.*
8. *Tracking slowly changing dimensions.*
9. *Decide the physical design.*

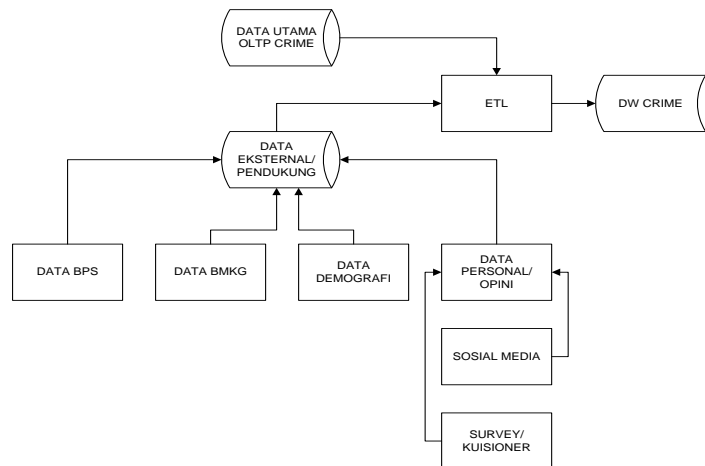
Hasil dari desain model berupa schema model. Pada tahap berikutnya untuk membangun prototype model maka dibutuhkan validasi model dengan menggunakan *model acceptance test* yang dikaitkan dengan *user requirement*. Berikut gambaran tentang prosedur penelitian Gambar 1.:



Gambar 1. Prosedur penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu data utama dan data pendukung. Data utama adalah data *online transaction processing* (OLTP) dari pihak berwajib, sedangkan data pendukung adalah data eksternal yang akan menjadi pendukung analisis pengambilan keputusan yaitu berupa data dari luar yang berkaitan dengan masalah kriminal.



Gambar 2. Arsitektur Data

Data utama adalah data *online transaction processing* (OLTP) yang diperoleh dari Pusat Sistem Informasi Kepolisian Nasional (PUSIKNAS). File basisdata kriminal yang diperoleh berupa file basisdata Oracle 10g sebesar 1.366.598 KB dengan 204 tabel. Contoh data OLTP ditunjukkan pada Tabel 1., Tabel 2. di bawah ini:

Tabel 1. Tb_Bus_Criminal

Name	Type	Length
Case_id	Char	8
Person_id	Char	8
Note	Varchar	500
Txn_no	Varchar	20
Status	Char	1
Modiby	Varchar	64
Modidate	Date	

Tabel 2. Tb_Bus_Person

Name	Type	Length
Person_Id	Char	8
Alias_Name	Varchar	500
Nick_Name	Varchar	50
Adress	Varchar	500
Post_Code	Varchar	10
Region_Id	Char	8
Phone	Varchar	20
Birth_place	Varchar	50
Birth_Date	Date	
Birth_Year	Number	
Gender	Varchar	10
Occupation	Varchar	10
Religion_Id	Char	8
Nation_Id	Char	8
Educaation_Id	Char	8
Photo_Files	Varchar	50
Note	Varchar	500
TXN_NO	Varchar	20
Status	Char	1
Modiby	Varchar	64
Modidate	Date	

Selain itu juga digunakan data eksternal yang diperoleh melalui website, seperti website pemerintah dan social media. Website pemerintah seperti dari website BPS untuk mendapatkan data statistik, data cuaca dari website BMKG.

Pendekatan data dalam mendesain *data warehouse*, mencakup membangun *dimensional modeling*, *physical design* dan *ETL Design&Development* dalam *data warehouse*. Beberapa contoh tahapan pemodelan data dengan menggunakan metode *nine step* Kimball yaitu :

1. Pemilihan Proses (*Choosing the Process*)

Di sini akan dipilih proses-proses yang akan digunakan dalam membangun *data warehouse* pada data kriminal:

Proses kasus yang terdapat pada data kriminal Indonesia meliputi proses terjadinya tindak kriminal yang dilakukan oleh pelaku. Proses atau tabel yang digunakan adalah tabel kasus dengan data-data pelaku, ciri-ciri pelaku, wilayah, modus, tempat kejadian perkara (tkp), petugas yang menangani kasus, wilayah operasional, dan waktu sebagai dimensinya.

2. Memilih Grain (*Choosing the Grain*)

Memilih *grain* merupakan tahap menentukan data seperti apa yang ingin ditampilkan oleh *record* dari tabel fakta tersebut.

1. Fact case_analysis (Gambar 3.) meliputi :

- Berapa besar jumlah kerugian yang diakibatkan dalam kasus tersebut
- Berapa jumlah korban yang meninggal dalam kasus tersebut
- Berapa jumlah korban yang terluka dalam kasus tersebut
- Kapan waktu terjadinya kasus tersebut
- Dimana wilayah terjadinya tindak kriminal tersebut
- Diwilayah hukum kepolisian dimana terjadinya kasus tersebut dan jenis tempat kejadian perkara
- Siapa petugas yang menangani kasus tersebut
- Apa modus dari kasus tersebut
- Siapa tersangka dalam kasus tersebut
- Siapa saksi yang terlibat dalam kasus tersebut

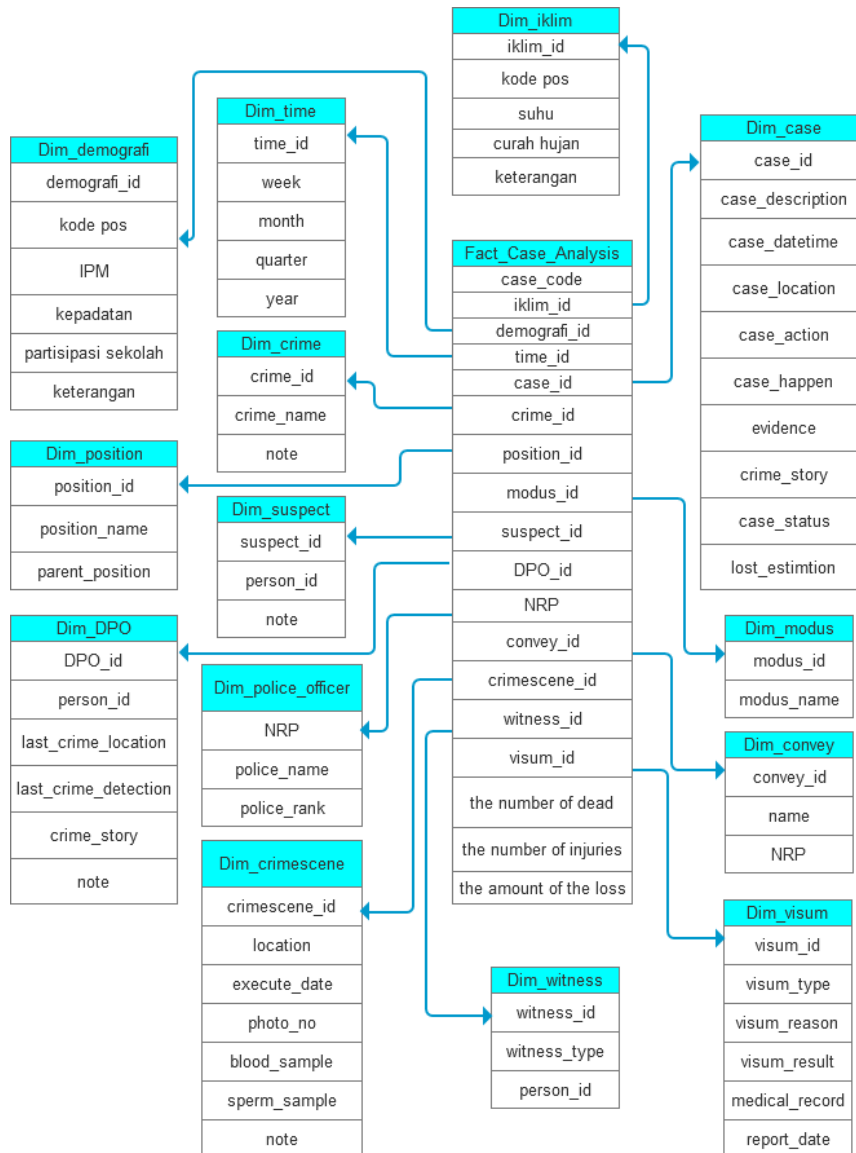
2. Fact Arrest Analysis (Gambar 4.) yang meliputi:

- Pemanggilan melibatkan kasus apa
- Apa jenis tindakan kriminal dalam pemanggilan tersebut
- Berapa besar jumlah pemanggilan dalam kasus tersebut
- Kapan waktu terjadinya pemanggilan tersebut
- Diwilayah hukum kepolisian dimana terjadinya kasus tersebut dan jenis tempat kejadian perkara
- Siapa petugas yang menangani kasus tersebut
- Siapa yang dipanggil dalam kasus tersebut bagaimana ciri-ciri fisik yang dipanggil
- Siapa yang menyampaikan pemanggilan tersebut

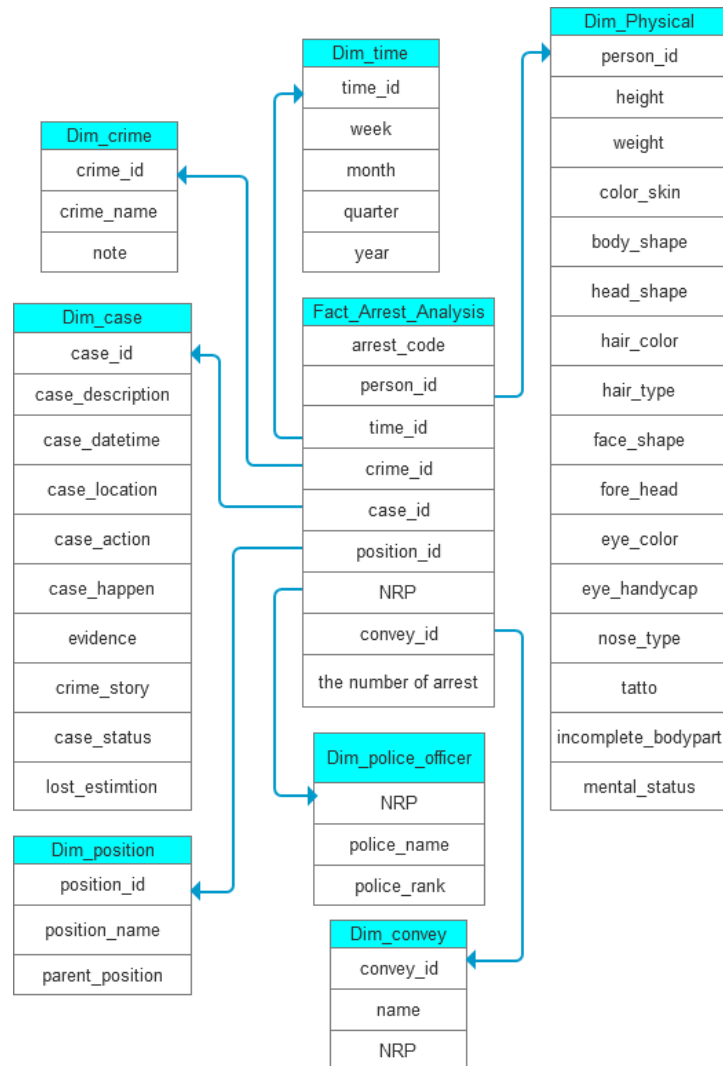
3. Fact Summon Analysis (Gambar 5.) yang meliputi:

- Penahanan melibatkan kasus apa
- Apa jenis tindakan kriminal dalam penahanan tersebut
- Berapa besar jumlah penahanan dalam kasus tersebut
- Kapan waktu terjadinya penahanan tersebut
- Diwilayah hukum kepolisian dimana terjadinya kasus tersebut dan jenis tempat kejadian perkara
- Siapa petugas yang menangani kasus tersebut
- Siapa yang ditahan dan bagaimana ciri-ciri fisik yang dipanggil
- Siapa yang menyampaikan pemanggilan tersebut

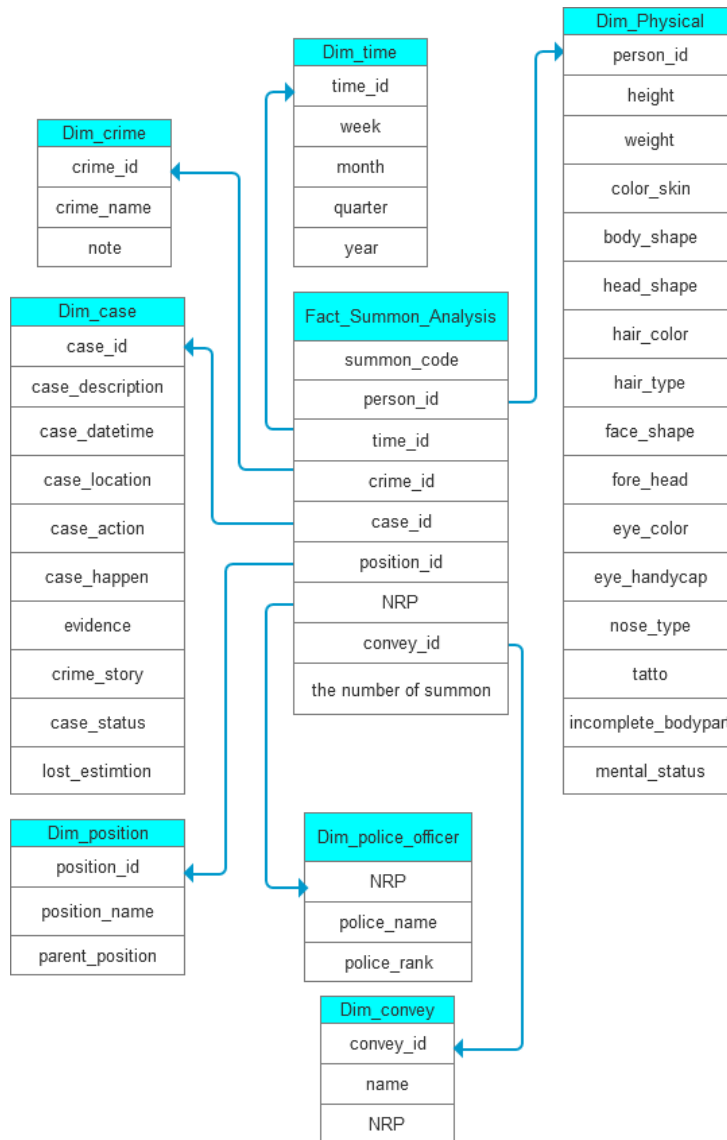
Analisis tersebut dapat dilihat per hari, per bulan, per kuartal, dan per tahun



Gambar 3. Star Schema: Fact Case Analysis



Gambar 4. Star Schema: Fact Arrest Analysis



Gambar 5. Star Schema: Fact Summon Analysis

Langkah terakhir dalam tahapan pemodelan data adalah *Physical Design* berupa rancangan tabel Metadata, contoh dalam hal ini seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3, Tabel 4. dan Tabel 5..

Tabel 3. Metadata fact case_analysis

Nama Field	Tipe	Panjang Field	Deskripsi	Sumber Data				Proses
				Nama Field	Tipe	Panjang	Table	
Case_code	Char	8	surrogate	Case_code	Char	8	-	Create
Time_id	Char	8	-	Time_id	Char	8	-	Copy
Crime_id	Char	8	-	Crime_id	Char	8	-	Copy
Position_id	Char	8	-	Position_id	Char	8	-	Copy

Modus_id	Char	8	-	Modus_id	Char	8	-	Copy
Suspect_id	Char	8	-	Suspect_id	Char	8	-	Copy
DPO_id	Char	8	-	DPO_id	Char	8	-	Copy
NRP	Char	8	-	NRP	Char	8	-	Copy
Convey_id	Char	8	-	Convey_id	Char	8	-	Copy
Witness_id	Char	8	-	Witness_id	Char	8	-	Copy
Visum_id	Char	8	-	Visum_id	Char	8	-	Copy
The number of dead	integer	-	-	The number of dead	integer	-	-	Create
The number of injures	integer	-	-	The number of injures	integer	-	-	Create
The amount of the lost	integer	-	-	The amount of the lost	integer	-	-	Create

Tabel 4. Metadatafact summon_analysis

Nama Field	Tipe	Panjang Field	Deskripsi	Sumber Data				Proses
				Nama Field	Tipe	Panjang	Table	
summon_code	Char	8	surrogate	summon_code	Char	8	-	Create
person_id	Char	8	-	person_id	Char	8	-	Copy
time_id	Char	8	-	time_id	Char	8	-	Copy
case_id	Char	8	-	case_id	Char	8	-	Copy
position_id	Char	8	-	position_id	Char	8	-	Copy
NRP	Char	8	-	NRP	Char	8	-	Copy
Convey_id	Char	8	-	Convey_id	Char	8	-	Copy
The amount of summon	Integer	-	-	The amount of summon	Integer	-	-	Copy

Tabel 5. Metadatafact arrest_analysis

Nama Field	Tipe	Panjang Field	Deskripsi	Sumber Data				Proses
				Nama Field	Tipe	Panjang	Table	
arrest_code	Char	8	surrogate	arrest_code	Char	8	-	Create
person_id	Char	8	-	person_id	Char	8	-	Copy
time_id	Char	8	-	time_id	Char	8	-	Copy
case_id	Char	8	-	case_id	Char	8	-	Copy
position_id	Char	8	-	position_id	Char	8	-	Copy
NRP	Char	8	-	NRP	Char	8	-	Copy
Convey_id	Char	8	-	Convey_id	Char	8	-	Copy
The amount of arrest	Integer	-	-	The amount of arrest	Integer	-	-	Copy

5. KESIMPULAN

Pemodelan data dalam penelitian ini dengan menggunakan metode Kymball menghasilkan star schema dengan tiga table fakta dan enam belas tabel dimensi. Analisis Data yang dapat dilakukan berdasarkan table fakta yang dibangun adalah sebagai berikut:

- Analisis dalam Table fakta case_analysis adalah analisis jumlah kerugian, analisis jumlah korban yang meninggal dan analisis jumlah korban yang terluka. Analisis jumlah tersebut dihubungkan dengan: waktu kejadian, tempat kejadian, wilayah operasional, pelaku yang sedang dicari, saksi, petugas yang menangani, visum, modus, tersangka dan data eksternal yaitu data demografi dan iklim.
- Analisis dalam Table fakta summon adalah analisis jumlah pemanggilan yang dihubungkan dengan: waktu kejadian, kasus, wilayah operasional, jenis tindakan criminal, petugas yang menangani, petugas yang menyampaikan, dan ciri-ciri fisik dari yang orang dipanggil.
- Analisis dalam Table fakta arrest_analysis adalah analisis jumlah penahanan yang dihubungkan dengan: waktu kejadian, kasus, wilayah operasional, jenis tindakan kriminal, petugas yang menangani, petugas yang menyampaikan, dan ciri-ciri fisik dari yang orang ditahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adderley R, Bond J., 2008. Predicting crime scene attendance. Policing: An International Journal of Police Strategies & Management Vol. 31 No. 2, pp. 292-305
- Baumgartner K., Ferrari S., Palermo G., 2008. Constructing Bayesian networks for kriminal profiling from limited data. Knowledge-Based Systems. journal homepage: www.elsevier.com/locate/knosy
- Blattenberger G., Fowlesy R., Krantz J., 2010. Bayesian Models to Predict the Return to Prison. Section on Bayesian Statistical Science – JSM
- Bruckner R.M, List B, Josef S., 2001. Developing Requirements for Data Warehouse Systems with Use Cases. Seventh Americas Conference on Information Systems
- Chan P. K., Whar S. Y, Marlon D., 2007. Data Warehouse Model for Audit Trail Analysis in Workflows. IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE 2007)

- Chan J. O., 2004. Building Data Warehouses Using The Enterprise Modeling Framework. Journal of International technology and Information Management Volume 13, Number 2
- Connolly T., Begg C., 2010. Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. (Fifth Edition). USA. Addison-Wesley, Longman Inc.
- Dahbur K., Muscarello T. 2003. Classification system for serial kriminal patterns. Artificial Intelligence and Law 11: 251–269
- Daniel L., Moody., 2000. From Enterprise Models to Dimensional Models: A Methodology for Data Warehouse and Data Mart Design. Proceedings of the International Workshop on Design and Management of Data Warehouses (DMDW) Stockholm, Sweden, June 5-6
- Giorgini, P., Rizzi. S., & Garzetti, M., 2007. GRAnD: A goal-oriented approach to requirement analysis in data warehouses. Decision Support System, vol. 45(1), 4-21.
- Golfarelli M, Maio D and Deis S.R., 1998. The Dimensional Fact Model: A Conceptual Model For Data Warehouses. IJCIS, Volume 7
- Golfarelli M., 2009. User Requirements to Conceptual Design in Data Warehouse Design – a Survey
- Hsien Yu. C, Ward M.W, Morabito M, and Ding W., 2011. Crime Forecasting Using Data Mining Techniques CrimeForecasting-IEEE 11th International Conference on Data Mining Workshops
- Huysmans J., Martens1 D., Baesens B., Vanthienen J., and Van Gestel T. 2006. Country Corruption Analysis with Self Organizing Maps and Support Vector Machines, WISI, LNCS 3917, pp. 103–114
- Kimball R., Margy R., 2010. The Kimball Group Reader: Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence. Indianapolis. Wiley Publishing, Inc.
- Malathi and Baboo S., 2011. Enhanced Algorithms to Identify Change in Crime Patterns. IJCOPI Vol. 2, No.3, Sep-Dec, pp. 32-38.
- Nath, S. 2007. Crime data mining, Advances and innovations in systems, K. Elleithy (ed.). Computing Sciences and Software Engineering, 405-409
- Oatley G., Ewart B., Zeleznikow J., 2006. Decision support systems for police: Lessons from the application of data mining techniques to “soft” forensic evidence Artificial Intelligence and Law 14: 35–100
- Rastika I., 2012. Setiap 91 Detik, Terjadi Satu Kejahatan di Indonesia <http://nasional.kompas.com/read/2012/12/26/15260465/Setiap.91.Detik>, diakses 20 Desember 2014
- Riesen M. and Serpen G., 2009. A Bayesian Belief Network Classifier for Predicting Victimization in National Crime Victimization Survey. ICAI
- Shaker H. A, Abdeltawab M. A., Ali H. E., 2011. A proposed model for data warehouse ETL processes. Journal of King Saud University Computer and Information Sciences
- Thangavelu A, Sathyaraj S.R, Sridhar R. and Balasubramanian S., 2012. Association Rule - Spatial Data Mining Approach for Geo-Referenced in Crime to Crime Analysis, CIIT International Journal of Data Mining and Knowledge Engineering, Vol 4, No 1, January
- Tsois, A., Karayannidis, N., & Sellis, T., 2001. MAC: Conceptual data modeling for OLAP. Proceedings International Workshop on Design and Management of Data Warehouses. Interlaken, Switzerland