

**PERANCANGAN BASIS DATA GRAF UNTUK
SILSILAH KELUARGA
HALAMAN JUDUL**



Disusun Oleh:

N a m a : Laila Kusuma Wardani

NIM : 18523010

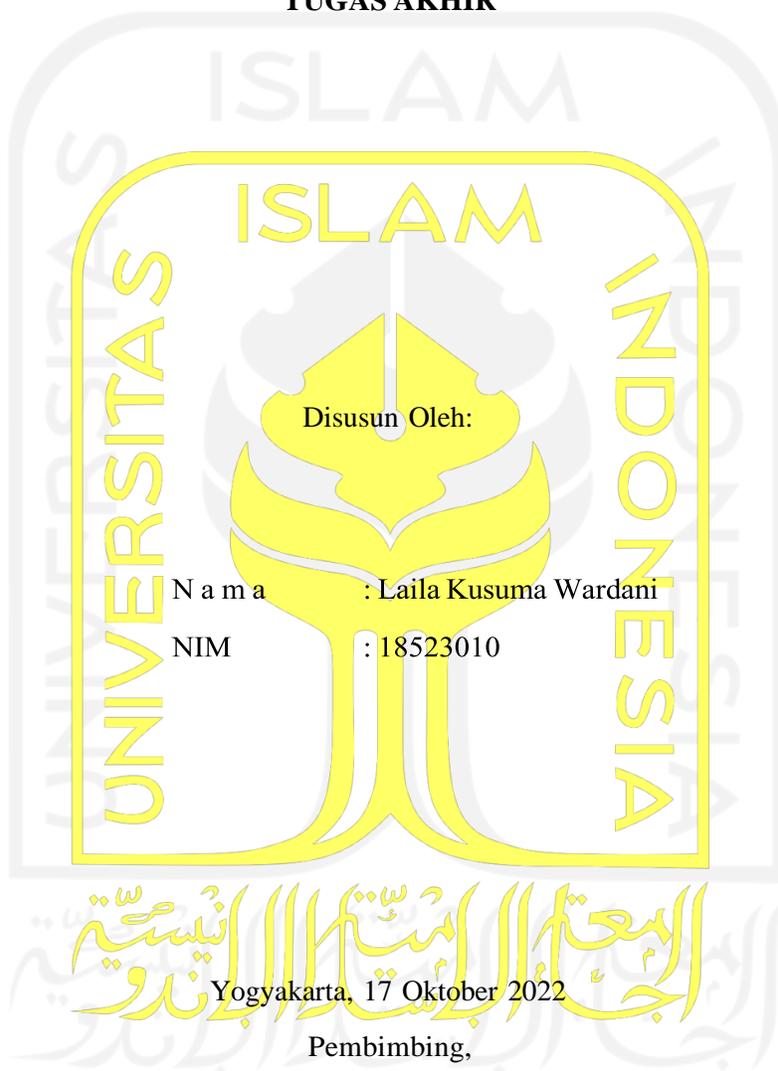
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2022

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN BASIS DATA GRAF UNTUK
SILSILAH KELUARGA**

TUGAS AKHIR




(Dhomas Hatta Fucholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN BASIS DATA GRAF UNTUK SILSILAH KELUARGA

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjanadi Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2 November 2022

Tim Penguji

Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota 1

Lizda Iswari, S.T., M.Sc.

Anggota 2

Arrie Kurniawardhani, S.Si., M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Laila Kusuma Wardani

NIM : 18523010

Tugas akhir dengan judul:

PERANCANGAN BASIS DATA GRAF UNTUK SILSILAH KELUARGA

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 17 Oktober 2022



(Laila Kusuma Wardani)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama tentu tidak lupa penulis ingin menyampaikan puji syukur kepada Allah swt. atas segala ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan baik. Penulis mempersembahkan laporan tugas akhir ini kepada kedua orang tua, Bapak Sigit Purwanto dan Ibu Imrorul Hidayati, yang senantiasa mencurahkan semua dukungan, perhatian dan doa-doa terbaiknya untuk membangun semangat dan kelancaran penulis dalam mengerjakan tugas akhir skripsi ini. Juga penulis persembahkan laporan tugas akhir ini kepada sahabat-sahabat terdekat yang selalu ada juga selalu berkenan berbagi suka dan air mata bersama penulis.



HALAMAN MOTO

“Appreciate where you are in your journey, even if it’s not where you want to be. Every season serves a purpose.”

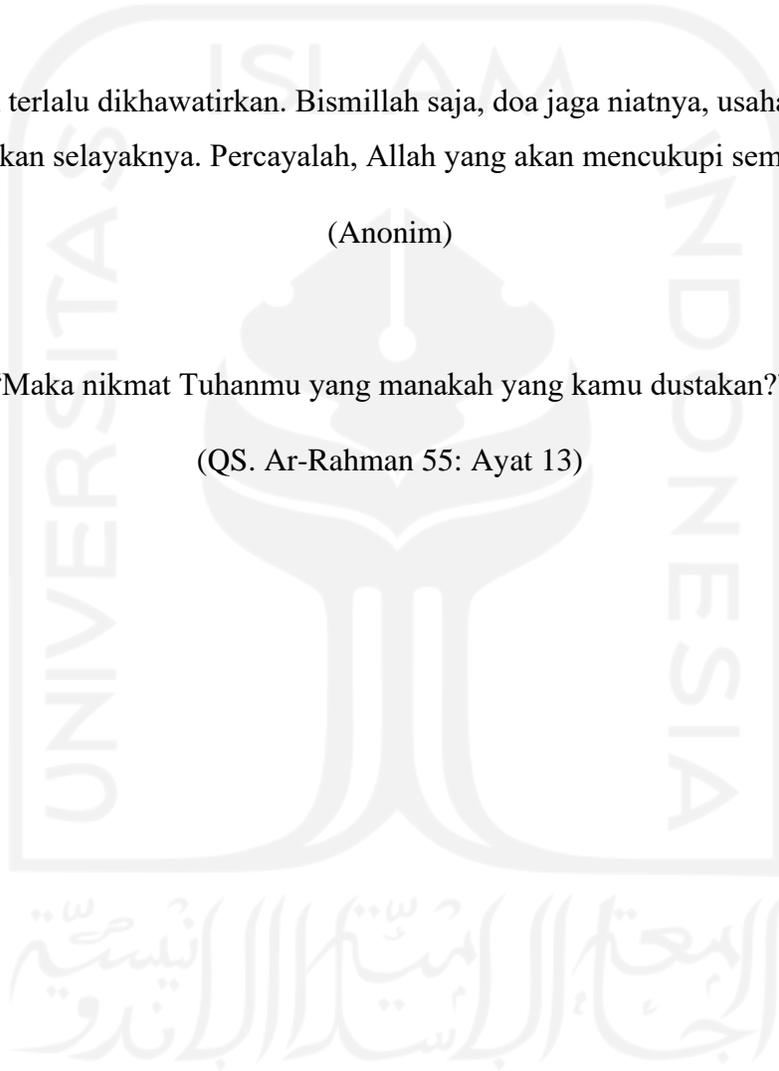
(Anonim)

“Sudah, jangan terlalu dikhawatirkan. Bismillah saja, doa jaga niatnya, usaha semampunya, lakukan selayaknya. Percayalah, Allah yang akan mencukupi semua.”

(Anonim)

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(QS. Ar-Rahman 55: Ayat 13)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah sw. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa mencurahkan rahmat, hidayah serta ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penelitian dengan judul “Perancangan Basis Data Graf untuk Silsilah Keluarga” ini dengan sebaik-sebaiknya sesuai kemampuan penulis. Penelitian ini telah penulis lalui sebagai syarat kelulusan dari pendidikan program studi sarjana pada Jurusan Informatika, Fakultas Teknologi Industri, di Universitas Islam Indonesia.

Besar kesadaran penulis dalam memahami bahwa akhir yang kini penulis capai tidak akan pernah terwujud tanpa hadirnya pihak-pihak hebat yang senantiasa menyertai langkah penulis. Oleh karenanya, penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, bapak dan ibu, yang selalu dan tidak akan pernah luput mendoakan juga menyemangati di setiap proses perjalanan hidup penulis.
2. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Informatika sekaligus dosen yang memberi ide penelitian terhadap tugas akhir yang penulis kerjakan.
3. Bapak DThomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana sekaligus pembimbing yang sangat sabar dan luar biasa dalam memberikan arahan juga saran terbaik selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Moh. Idris, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa membimbing dan mencari solusi atas segala pertanyaan penulis, baik terkait perkuliahan maupun tugas akhir.
5. Bapak Ibu dosen Jurusan Informatika yang selama perkuliahan ini telah memberikan ilmu yang insyaaAllah bermanfaat bagi langkah kehidupan penulis selajutnya. Semoga penulis dapat menerapkan ilmu yang didapat dengan sebaik mungkin dan semoga Bapak Ibu senantiasa diberikan limpahan rahmat serta kesehatan.
6. Mbak Alfi, Mas Wahyu, dan Adik Askha sebagai bagian dari *support system* terbaik saat penulis sedang dalam masa terpuruk. Terima kasih untuk telah memberikan semangat dan membuat penulis kuat untuk bangkit kembali.

7. Yasmin dan Dilfa sebagai sumber kekuatan terhebat, terlebih di detik-detik terakhir perjuangan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih sudah mau mengkhawatirkan penulis dengan tulus, terima kasih atas semua hal baik dan terima kasih atas waktu-waktu yang telah kita habiskan bersama. Sukses selalu untuk kalian.
8. Angel, Icha, Putri, Mbak Disty, Sabil, Regina dan Alya sebagai orang-orang juga sahabat terdekat yang selama ini menjadi tempat penulis berbagi cerita dan berbagi doa. Semoga kita selalu bahagia ya.
9. Semua pihak yang membantu kelancaran tugas akhir penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas semua kesediaannya membantu dan memotivasi penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kebaikan yang telah anda berikan menjadi ladang pahala dan amal jariyah anda semua.

Segala tulisan dan rangkaian kata rasanya belum cukup menyampaikan seberapa besar rasa terima kasih penulis atas semua bimbingan, doa dan dukungan yang telah diberikan. Namun ucapan terima kasih ini harus penulis akhiri dengan permohonan maaf atas segala tingkah laku dan tutur kata yang kurang mengenakan yang penulis lakukan selama penyelesaian tugas akhir. Juga penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih memiliki banyak kemungkinan untuk dilakukannya proses perbaikan. Namun, dengan segala keringat dan jerih payah yang penulis curahkan untuk penyusunan tugas akhir ini, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan digunakan dengan sebaik-baiknya.

Yogyakarta, 17 Oktober 2022

(Laila Kusuma Wardani)

SARI

Peran media sosial di era globalisasi saat ini berpengaruh pada perubahan sosial masyarakat Indonesia. Fenomena yang terjadi, terlebih pada kalangan anak muda, menunjukkan bahwa kebersamaan dan pengetahuan informasi dalam keluarga semakin berkurang. Ini mengakibatkan seorang individu tidak mengenal silsilah keluarganya. Untuk menghadapi permasalahan tersebut diperlukan perancangan basis data graf untuk merecord data keluarga. Dalam penelitian ini menggunakan Neo4j. Teknologi basis data graf dinilai sebagai alat efektif dalam merepresentasikan dan menyimpan sejumlah informasi kompleks. Metode yang diterapkan adalah dengan mengumpulkan informasi terkait data apa saja yang akan dijadikan properti dalam basis data. Informasi ini didapat dari jurnal, buku, dan hasil wawancara dengan pihak di bidang terkait. Selanjutnya informasi tersebut diekstrak menjadi graf dengan data anggota keluarga yang ada. Pada graf, satu anggota keluarga merepresentasikan simpul dan hubungan antar anggota keluarganya merepresentasikan sisi. Sehingga, implementasi dan visualisasi graf yang menggambarkan simpul dari tiap-tiap anggota keluarga dan ragam relasi antar anggota keluarga akan didapatkan sebagai hasil akhir dari penelitian ini.

Kata kunci: basis data, graf, Neo4j, perancangan basis data graf, silsilah keluarga.

GLOSARIUM

<i>Chyper Query Language (CQL)</i>	Bahasa kueri yang digunakan pada Neo4j yang ditulis menggunakan bahasa Java.
Neo4j	Sistem manajemen basis data graf berbasis NoSQL. Juga merupakan <i>tools open source</i> pertama di dunia basis data graf.
NoSQL	Sistem manajemen basis data non relasional yang tidak memerlukan skema tetap seperti pada basis data relasional.
<i>Propertygraph</i>	Pemodelan graf dimana hubungan yang terjalin sudah memiliki nama (label) dan beberapa properti
Simpul dan sisi	Simpul disebut juga dengan <i>node</i> , verteks atau titik. Sisi disebut juga dengan <i>edge</i> , <i>relationship</i> atau hubungan. Simpul dan sisi merupakan komponen utama graf.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI	ix
GLOSARIUM.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 SILSILAH KELUARGA.....	8
2.1.1 Pengertian Silsilah Keluarga	8
2.1.2 Pentingnya Silsilah Keluarga.....	11
2.1.3 Aplikasi Pohon atau Silsilah Keluarga	13
2.2 STRUKTUR DATA GRAF	19
2.2.1 Pengertian Struktur Data Graf	19
2.2.2 Jenis-Jenis Graf.....	20
2.2.3 Penelitian Terdahulu.....	23
2.3 BASIS DATA GRAF	26
2.3.1 Pengertian Basis Data Graf.....	26

2.3.2	Karakteristik Basis Data Graf	28
2.3.3	Produk Basis Data Graf	29
2.4	Neo4j	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		41
3.1	Metode Penelitian	41
3.2	Metode Pengambilan Data.....	42
3.3	Perancangan	47
3.3.1	Identifikasi Kebutuhan Data	48
3.3.2	Pemodelan Basis Data Graf secara Konseptual.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		57
4.1	Pemodelan <i>Propertygraph</i> Silsilah Keluarga Studi Kasus Keluarga Tiken.....	57
4.2	Implementasi.....	59
4.2.1	Pembuatan Simpul.....	60
4.2.2	Pembuatan Hubungan.....	62
4.3	<i>Review</i> dan Pengujian	64
4.3.1	Pengujian Simpul.....	64
4.3.2	Pengujian Skema Hubungan.....	72
4.3.3	Pengujian Performa	83
4.3.4	Menyusun Visualisasi <i>Tree</i> (Pohon) Keluarga dari Graf	85
BAB V PENUTUP		86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN.....		93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan perangkat lunak silsilah keluarga.....	18
Tabel 2.2 Perbandingan penelitian terdahulu.....	25
Tabel 3.1 Jumlah anggota keluarga	47
Tabel 3.2 Sisi dan simpul pada basis data graf	51
Tabel 3.3 Rancangan <i>propertygraph</i> skema turunan silsilah keluarga.....	53
Tabel 3.4 Penilaian performa.....	56
Tabel 4.1 Hasil pengujian performa graf menggunakan Neo4j.....	84



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi bagan silsilah keluarga	10
Gambar 2.2 Bagan silsilah keluarga menggunakan Gramps	14
Gambar 2.3 Bagan silsilah keluarga menggunakan Legacy Family Tree	15
Gambar 2.4 Bagan silsilah keluarga menggunakan GeneWeb	16
Gambar 2.5 Bagan silsilah keluarga menggunakan Family Historian.....	17
Gambar 2.6 Bagan silsilah keluarga dengan menggunakan RootsMagic.....	18
Gambar 2.7 Graf hubungan antarkota dengan 6 simpul dan 8 sisi	19
Gambar 2.8 Ilustrasi graf tidak berbobot	20
Gambar 2.9 Ilustrasi graf berarah	21
Gambar 2.10 Graf ganda.....	22
Gambar 2.11 Graf semu.....	22
Gambar 2.12 Pohon berakar	22
Gambar 2.13 Transformasi RDBMS ke basis data graf	27
Gambar 2.14 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan AllegroGraph	30
Gambar 2.15 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan ArangoDB	31
Gambar 2.16 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan OrientDB.....	32
Gambar 2.17 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan JanusGraph.....	33
Gambar 2.18 Ringkasan struktur Neo4j.....	34
Gambar 2.19 Ilustrasi <i>vertex record</i> dan <i>edge record</i> Neo4j.....	34
Gambar 2.20 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan Neo4j.....	35
Gambar 2.21 Graf hubungan anak dan orang tua	36
Gambar 2.22 Graf yang berisi data anak dan orang tua.....	37
Gambar 2.23 Hasil kueri dalam bentuk teks.....	38
Gambar 2.24 Hasil pergantian data pada nama di simpul anak.....	39
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> alur penelitian	42
Gambar 3.2 Daftar nama-nama generasi ke-2 dari Buyut Karsodikromo	43
Gambar 3.3 Silsilah keluarga anak pertama	44
Gambar 3.4 Silsilah keluarga anak kedua.....	44
Gambar 3.5 Silsilah keluarga anak keempat.....	45

Gambar 3.6 Silsilah keluarga anak keenam	45
Gambar 3.7 Silsilah keluarga anak kesembilan	46
Gambar 3.8 Generasi ke-2 yang sudah meninggal dan keluarga tidak diketahui	46
Gambar 3.9 Generasi ke-2 yang masih hidup namun tidak menikah	47
Gambar 3.10 ERD hubungan <i>one to one</i>	51
Gambar 3.11 ERD hubungan <i>one to many</i>	52
Gambar 3.12 Rancangan <i>propertygraph</i> skema utama silsilah keluarga	52
Gambar 4.1 Skema <i>propertygraph</i> keluarga utuh.....	57
Gambar 4.2 Skema <i>propertygraph</i> tiap generasi	58
Gambar 4.3 Skema <i>propertygraph</i> saudara kembar	58
Gambar 4.4 Skema <i>propertygraph</i> keluarga tiri	59
Gambar 4.5 Hasil eksekusi perintah Neo4j <i>console</i>	59
Gambar 4.6 Laman awal <i>browser</i> Neo4j siap digunakan	60
Gambar 4.7 Perintah pembuatan simpul	61
Gambar 4.8 Perintah penambahan label baru	61
Gambar 4.9 Perintah menampilkan semua simpul	61
Gambar 4.10 Visualisasi simpul dari semua label	62
Gambar 4.11 Perintah pembuatan hubungan	63
Gambar 4.12 Perintah menampilkan graf	63
Gambar 4.13 Visualisasi Utuh Graf Keluarga Tiken	64
Gambar 4.14 Perintah menampilkan simpul Generasi 1	64
Gambar 4.15 Visualisasi simpul generasi satu	65
Gambar 4.16 Visualisasi simpul generasi dua	66
Gambar 4.17 Visualisasi simpul generasi tiga	67
Gambar 4.18 Visualisasi simpul generasi empat	68
Gambar 4.19 Visualisasi simpul generasi lima	68
Gambar 4.20 Visualisasi simpul anggota keluarga yang sudah meninggal	69
Gambar 4.21 Visualisasi simpul anggota keluarga yang tidak diketahui	70
Gambar 4.22 Visualisasi simpul keluarga tiri	70
Gambar 4.23 Visualisasi simpul anak angkat	71
Gambar 4.24 Visualisasi simpul anak kembar	72

Gambar 4.25 Perintah hubungan Keluarga S.....	72
Gambar 4.26 Visualisasi graf Keluarga S.....	73
Gambar 4.27 Visualisasi graf Keluarga ST	74
Gambar 4.28 Visualisasi graf Keluarga SR	75
Gambar 4.29 Visualisasi graf Keluarga SNO.....	76
Gambar 4.30 Visualisasi graf Keluarga SK.....	77
Gambar 4.31 Perintah menampilkan hubungan pada generasi satu	77
Gambar 4.32 Visualisasi hubungan pada generasi satu	78
Gambar 4.33 Visualisasi hubungan pada generasi dua.....	79
Gambar 4.34 Visualisasi hubungan pada generasi tiga	80
Gambar 4.35 Visualisasi hubungan pada generasi empat.....	81
Gambar 4.36 Perintah menampilkan hubungan saudara kembar.....	81
Gambar 4.37 Visualisasi hubungan saudara kembar	82
Gambar 4.38 Visualisasi hubungan keluarga tiri.....	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keluarga memiliki pengaruh penting bagi bangsa dan negara. Dari keluargalah terlahir putra putri generasi penerus yang akan membawa nasib Indonesia di masa depan. Keberadaan keluarga pada umumnya terbentuk melalui perkawinan yang sah baik menurut agama maupun hukum. Perkawinan menjadi pondasi bagi keluarga. Ketika sepasang manusia menikah maka akan melahirkan individu-individu baru yang kemudian akan membentuk keluarga-keluarga baru.

Indonesia terdiri dari berbagai suku adat serta kebudayaan dimana hubungan dan ikatan kekeluargaan berperan supaya kebudayaan serta tradisi tersebut dapat terus dilestarikan. Berdasarkan data Kementerian Dalam Negeri Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa, hingga bulan November 2021 terdapat 79.424.465 KK yang ada di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa seiring berjalannya waktu kompleksitas sebuah keluarga semakin terbentuk. Semakin besar lingkup keluarga yang dimiliki, maka semakin banyak pula informasi yang seharusnya didapat. Namun, keterbatasan informasi yang tersedia juga tempat tinggal antar keluarga yang berjauhan menyebabkan data masing-masing individu dan relasi antar individu menjadi sulit untuk ditelusuri. Berdasarkan hasil penelitian, diantaranya berusia 15-37 tahun dengan 62,7% laki-laki dan 37,3% perempuan, memberikan respon bahwa 58,8% responden kurang mengenal baik keluarganya (Septimansyah & Heryandi, 2019).

Pada era globalisasi saat ini ikatan, kebersamaan dan informasi dalam keluarga semakin berkurang sehingga mengakibatkan individu tidak mengenal silsilah keluarganya sendiri karena informasi relasi tidak disimpan serta dikelola dengan baik (Setialana, 2017). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka dibutuhkan sebuah basis data yang memudahkan dalam pengelompokan dan identifikasi data dalam sebuah keluarga.

Pohon keluarga diartikan sebagai presentasi bergambar mencakup hubungan-hubungan yang terdapat di dalam keluarga dari berbagai generasi. Secara konseptual pohon keluarga menggambarkan asal-usul atau silsilah keluarga dalam tiga generasi, yakni generasi dirinya, orangtuanya dan kakek neneknya (Fathonah, 2019).

Silsilah keluarga memiliki berbagai peran penting dalam kehidupan individu. Pertama, dapat mengenal siapa saja yang merupakan anggota keluarga dan siapa saja yang masih memiliki

hubungan darah (Ophie, 2013). Ketika setiap individu lebih mengenal keluarganya, maka akan tercipta hubungan silaturahmi yang lebih baik serta nilai-nilai dan tradisi dalam keluarga tidak akan hilang. Kedua, menghindari sikap individualis. Salah satu dampak negatif pesatnya kemajuan arus globalisasi dan digitalisasi saat ini adalah meningkatnya individualisme dalam masyarakat. Pencegahan dapat kita lakukan mulai dari lingkup yang paling kecil yakni mempererat tali persaudaraan dengan keluarga-keluarga terdekat. Ketiga, menjadi sarana menanamkan nilai-nilai hidup maupun tradisi yang sudah ada dalam wangsa mereka. Dengan mengenal garis keturunannya, seseorang dapat belajar mengenai nilai hidup apa yang secara turun-temurun diterapkan dari nenek moyangnya. Nilai kehidupan itulah yang nantinya dapat diterapkan sehari-hari sehingga kehidupan seseorang lebih terarah. Keempat, dapat melestarikan garis keturunan. Ini penting bagi mereka yang masih menjaga agar garis keturunan dari suku atau adat mereka tetap terpelihara dengan baik.

Salah satu aplikasi pohon keluarga yang sudah ada adalah GRAMPS (*Genealogical Research and Analysis Management Programming System*). GRAMPS dapat digunakan secara gratis dan bersifat Open Source. Aplikasi ini diprogram dengan Python dan menggunakan PyGObject sebagai modul yang mengikat *library* dalam GObject. Untuk pembuatan diagram silsilah atau pohon keluarga, aplikasi ini menggunakan Graphviz (*Graph Visualization Software*). Graphviz merupakan perangkat lunak yang berisi sekumpulan *tools* untuk memvisualisasikan graf atau data struktural seperti jaringan (Ellson et al., 2002). Basis data yang digunakan untuk membangun GRAMPS adalah SQLite dan Berkeley DB.

Basis data graf adalah jenis basis data non-relasional yang memberi solusi efektif dan efisien dalam penyimpanan informasi data yang skenarionya saling berhubungan (Fernandes & Bernardino, 2018). Graf adalah kumpulan dari verteks (*vertices*) dan sisi (*edges*). Setiap verteks menyatakan entitas (seperti orang, produk, dll) dan setiap sisi menyatakan hubungan atau relasi antara dua verteks. Basis data graf termasuk dalam jenis basis data NoSQL (*Non Relational* atau *Not Only SQL*). NoSQL memiliki kemampuan untuk mendukung data-data tidak terstruktur, pencarian cepat, ekstraksi pola/informasi tersembunyi, *scalable (big data)* dengan mengubah struktur penyimpanan data konvensional (Alamsyah, 2016).

Teori graf dalam basis data graf dapat diterapkan di berbagai bidang. Diantaranya yang telah dilakukan yakni penerapan pada aplikasi mesin rekomendasi dan aplikasi deteksi penipuan (Azhar, 2018). Mesin rekomendasi berperan penting dalam berbagai bidang industri. Aplikasi ini

digunakan untuk meningkatkan pengalaman berbelanja para pelanggan dengan menebak apa yang selanjutnya pelanggan tersebut inginkan. Pada aplikasi ini, basis data graf melakukan *relationship-based query* sehingga dapat menganalisis pola perilaku belanja pelanggan dengan mudah. Sedangkan aplikasi deteksi penipuan dikembangkan untuk mengatasi masalah dalam transaksi online. Maraknya penerapan sistem pembayaran online oleh para pelaku usaha, maka jumlah transaksi online pun semakin meningkat. Dengan terbukanya peluang tersebut, para penipu beradaptasi dengan baik untuk memanfaatkan kesempatan yang ada. Kegiatan penipuan ini biasanya dilakukan dengan memalsukan identitas dalam jumlah banyak. Hal yang dapat dimonitor dalam praktik transaksi online adalah *cookie*, alamat IP, ID dan kartu kredit pengguna. Ketika menggunakan penerapan teori graf, *relationship* antar *nodes* dalam data tersebut adalah *one-to-one*. Jika *relationships* seorang pengguna tercatat banyak secara signifikan, maka dapat disimpulkan pengguna tersebut adalah penipu.

Berdasarkan DBMS (*Database Management System*) lainnya, maka dapat diidentifikasi sejumlah komponen dasar teknologi basis data graf (Pokorný, 2015). Diantaranya:

a. *Native Graph Storage*

Data disimpan sebagai bagian dari graf yakni simpul dan sisi.

b. *Graph Querying*

Keluaran *graph query* yang paling khas adalah sebuah graf lain yang merupakan transformasi, seleksi atau proyeksi graf asli yang disimpan dalam *graph storage*. Hal ini menunjukkan bahwa visualisasi graf sangat terkait dengan kueri graf.

c. *Scalability*

Scaling biasanya dihubungkan dengan tiga hal; untuk *dataset* besar, untuk *read performance* dan untuk *write performance*.

d. *Transaction Processing*

Seperti DBMS lainnya, terdapat tiga *use cases* umum untuk graf; aplikasi CRUD (*create, read, update, delete*), pemrosesan dan pelaporan kueri, penyimpanan data dan analitik *real-time*, serta analitik mode *batch*.

Berbagai keuntungan apabila menggunakan graf sebagai basis data (Vicknair et al., 2010), yaitu:

- a. Pola pikir yang fleksibel. Basis data graf fleksibel karena pembaruan properti, simpul, dan sisi dapat ditambahkan dan dihilangkan kapanpun sesuai kebutuhan. Tidak perlu membuat tabel baru untuk menambahkan properti seperti pada basis data graf.
- b. Mengelola data dengan volume besar. RDBMS tidak mampu menangani peningkatan jumlah data yang bertambah pesat. Akibatnya banyak perusahaan besar yang beralih menggunakan sistem basis data NoSQL, salah satunya graf, untuk menangani masalah tersebut. Graf dapat menjadi solusi karena tidak membutuhkan operasi “join” yang mahal.
- c. Basis data graf menghimpun data asosiatif secara cepat dan memetakan langsung ke struktur aplikasi berorientasi objek (*object-oriented application*).
- d. Berbeda dari basis data relasional, basis data graf tidak memiliki skema seperti tabel dan kolom yang berbeda dengan isi (*record*). Segala sesuatu yang dimasukkan dapat berupa data yang mewakili simpul dan sisi.
- e. Memiliki ciri-ciri seperti pohon.
- f. Mendukung perubahan skema yang sering dilakukan.
- g. Memungkinkan memiliki banyak *many-to-many relationships*.

Pohon merupakan graf tak-berarah yang terhubung namun tidak mengandung sirkuit atau siklus (Fadhilah, 2020). Apabila graf dibandingkan dengan pohon (*tree*) sebagai sarana untuk merancang basis data silsilah keluarga, maka graf memiliki keunggulan dimana relasi antar dua simpul atau *node* dapat dihubungkan dengan lebih lengkap. Lebih lengkap disini dimaksudkan bahwa hubungan yang ada tidak hanya sekedar mendefinisikan jika simpul yang dibawah ‘is a’ atau ‘adalah’ anaknya simpul yang di atasnya, tetapi hubungan pada graf dapat direlasikan dengan bermacam-macam label. Seperti contoh, B dan C memiliki relasi ibu dan anak (*anak_dari*) dengan label keluarga. Di sisi lain B adalah istri kedua dari A, sehingga B dan C memiliki label hubungan lain yaitu *keluarga_tiri*. ini sangat berguna dalam memenuhi kebutuhan filtering data Dengan kata lain dapat dipahami bahwa *tree* hanya dapat memiliki satu hubungan sedangkan graf dapat memiliki lebih dari satu label hubungan untuk merelasikan satu simpul dengan simpul yang lain. Selain itu, pada graf dapat dirancang struktur dasar relasi sehingga tiap relasi tidak harus di tuliskan secara eksplisit. Pada perancangan ini, struktur dasar yang digunakan adalah dengan menetapkan hubungan *anak_dari* dan *menikah_dengan*.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa teknologi basis data graf merupakan alat yang efektif untuk pemodelan dan visualisasi data ketika pembangunan sistem terfokus pada hubungan antara entitas (Miller, 2013). Dari banyaknya aplikasi pohon keluarga yang sudah ada, belum ada yang mengembangkannya dengan menggunakan basis data graf. Padahal menurut Yar & Tun, pohon keluarga tepat dibangun menggunakan basis data graf untuk menyimpan data yang terhubung, seperti informasi personal, sebagai node yang terpisah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian dengan judul “**Perancangan Basis Data Graf untuk Silsilah Keluarga**” dipilih oleh penulis sebagai sarana penyimpanan data genealogi sesuai kebutuhan dan rancangan struktur data yang telah ditentukan. Penelitian ini berfokus pada perancangan basis data graf data keluarga menggunakan *Database Management System* yaitu Neo4j. Penelitian ini tidak berfokus pada pengembangan aplikasi yang memuat visualisasi akhir untuk user. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembeda dari penelitian yang sudah ada, dimana basis datanya menggunakan relasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang di atas, dapat difokuskan rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang basis data graf untuk memvisualisasikan sebuah silsilah keluarga?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa identifikasi masalah seperti berikut:

- a. Perancangan basis data ini menggunakan struktur data graf
- b. Titik berat dalam penelitian ini adalah perancangan basis data silsilah keluarga dengan memanfaatkan teori graf.
- c. Tidak menampilkan bentuk visualisasi akhir yang dapat ditunjukkan untuk pengguna atau *user*.
- d. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari hasil wawancara dengan anggota keluarga Trah Karsodikromo.
- e. Variabel penelitian yang digunakan adalah data anggota keluarga.
- f. *Software* sebagai alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Microsoft Excel 2016*, *Microsoft Word 2016*, *draw.io*, dan *Neo4j*.
- g. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang basis data graf untuk merekam, menyimpan, dan mengolah data silsilah keluarga dengan menggunakan *tools* Neo4j.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah mempermudah menampilkan hubungan antara masing-masing objek dalam sebuah data keluarga dengan menggunakan *node* dan *relation*, sehingga diperoleh sebuah visualisasi berbasis *graph database* yang jauh lebih optimal dibanding menggunakan media pencatatan manual, seperti *Microsoft Excel*. Ini dapat digunakan sebagai dasar perancangan aplikasi yang mempermudah dalam memvisualisasikan data keluarga.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam membaca, mengatur serta mengetahui masalah yang akan dibahas maka diperlukan adanya suatu sistematika penulisan dari laporan ini. Secara sistematika laporan ini disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini dijelaskan tentang kajian teori basis data graf serta dasar-dasar teori yang menjadi acuan dalam proses perancangan basis data graf yang mendukung penyusunan dan penelusuran silsilah keluarga.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan tentang metode penelitian dan perancangan yang diterapkan untuk mendukung pelaksanaan dan pembuatan skripsi ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAAN

Pada bab ini dijelaskan rancangan basis data yang telah disusun dan telah terwujud sesuai tujuan, hasil dan penerapannya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini penulis menjelaskan secara garis besar mengenai hasil penelitian yang berupa kesimpulan dan saran dari keseluruhan proses penelitian.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Pelaksanaan penelitian ini merupakan bagian dari upaya perkembangan kelanjutan hasil karya yang telah di publikasikan oleh beberapa peneliti sebelumnya dengan studi kasus yang berbeda. Penelitian mengenai pemanfaatan teori graf sebelumnya telah mengangkat studi kasus diantaranya seperti, pemodelan moda transportasi BRT (Wirawan et al., 2016), peningkatan kemampuan perencanaan karir (Fathonah, 2019), sistem informasi penjualan pada UMKM (Sholeh, 2020), klasifikasi sidik jari (Muzdalifa, 2016), mesin rekomendasi dan deteksi penipuan di bidang industri (Azhar, 2018), analisa struktur protein (Lokawati, 2016), dan pengoptimalan jaringan listrik (Syaputra, 2011). Peneliti kemudian melakukan pembaharuan dengan menerapkan teori graf pada basis data graf yang mengambil studi kasus mengenai data silsilah keluarga. Penulisan pada bab ini sebagai bahan kajian untuk mengetahui literatur yang digunakan sebagai bahan penelitian. Literatur inilah yang menjadi basis pengetahuan dalam pemilihan basis data dan perancangan basis data selama penelitian.

2.1 SILSILAH KELUARGA

Subbab ini mengkaji beberapa materi mengenai silsilah keluarga. Diantaranya adalah pengertian pohon keluarga, pentingnya silsilah keluarga, dan aplikasi pohon keluarga berbasis relasional yang sudah ada saat ini.

2.1.1 Pengertian Silsilah Keluarga

Keluarga secara sederhana dapat kita artikan sebagai unit terkecil dalam masyarakat yang terdiri dari satu kepala keluarga dengan beberapa anggota yang hidup saling ketergantungan. Dalam masyarakat Jawa terdapat dua istilah yang digunakan untuk menyebut bagian dari suatu jaringan keluarga, yaitu waris dan batih (Lestari, 2012). Batih merupakan penyebutan bagi anggota keluarga yang masih berada dalam satu rumah yang menjadi tanggungan seseorang. Adapun waris merupakan penyebutan bagi anggota keluarga yang masih memiliki kedekatan hubungan perkawinan atau kekerabatan.

Weigel (2008) melakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana orang awam mengonsepsi keluarga. Temuannya menunjukkan adanya kesesuaian antara konsep keluarga oleh orang awam dan tiga perspektif pengertian keluarga utuh dari Ascan F Koerner dan Mary Anne

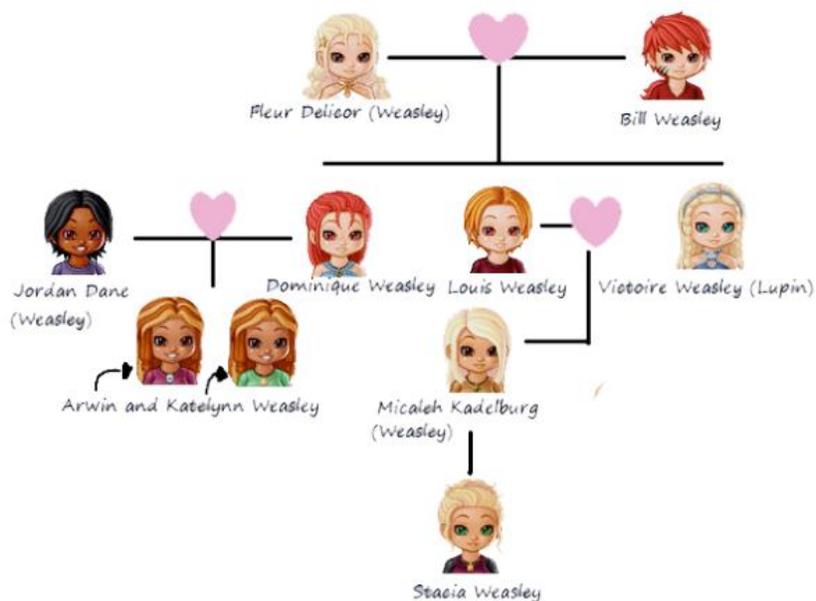
Fitzpatrick. Menurut Koerner & Fitzpatrick (2012), terdapat tiga sudut pandang yang dapat mendefinisikan tentang keluarga, yaitu definisi struktural, definisi fungsional, dan definisi intersaksional.

- a. Definisi struktural. Definisi ini memfokuskan pada siapa yang menjadi bagian dari keluarga. Perspektif ini memunculkan pengertian keluarga sebagai asal usul (*families od origin*), sebagai wahana melahirkan keturunan (*families of procreation*), dan sebagai keluarga batih (*extended family*).
- b. Definisi fungsional. Definisi ini memfokuskan pada tugas-tugas yang dilakukan oleh keluarga. Dimana terdapat fungsi-fungsi yang mencakup perawatan, sosialisasi pada anak, dukungan emosi dan materi, dan pemenuhan peran-peran tertentu. Sehingga dalam hal ini keluarga didefinisikan dengan penekanan pada terpenuhinya tugas-tugas dan fungsi-fungsi psikososial.
- c. Definisi transaksional. Definisi ini memfokuskan pada bagaimana keluarga dapat melaksanakan fungsinya. Keluarga didefinisikan sebagai kelompok yang mengembangkan keintiman melalui perilaku-perilaku yang memunculkan rasa identitas sebagai keluarga (*family identity*), berupa ikatan emosional, pengalaman historis, maupun cita-cita masa depan.

Dari segi asal-usul (silsilah) keberadaan anggota keluarga, maka keluarga dapat dibedakan menjadi dua, yaitu keluarga inti (*nuclear family*) dan keluarga batih (*extended family*) (Lestari, 2012). Keluarga inti adalah keluarga yang di dalamnya hanya terdapat tiga posisi sosial, yaitu: suami-ayah, istri-ibu, dan anak-*sibling*. Sedangkan keluarga batih adalah keluarga yang di dalamnya menyertakan posisi lain selain ketiga posisi di atas (Lee, 1977). Bentuk pertama dari keluarga batih yang banyak ditemui di masyarakat adalah keluarga bercabang (*stem family*). Ini terjadi manakala seorang anak, dan hanya seorang, yang sudah menikah masih tinggal dalam rumah orang tuanya. Bentuk kedua dari keluarga batih adalah keluarga berumpun (*lineal family*). Ini terjadi manakala lebih dari satu anak yang sudah menikah tetap tinggal bersama kedua orang tuanya. Bentuk ketiga dari keluarga batih adalah keluarga beranting (*fully extended*). Ini terjadi manakala terdapat generasi ketiga (cucu) yang sudah menikah dan tetap tinggal bersama.

Silsilah merupakan bagan yang menunjukkan hubungan keluarga dalam struktur pohon (Septimansyah & Heryandi, 2019), seperti pada Gambar 2.1. Data kajian mengenai keluarga dan penelusuran jalur keturunan, serta sejarahnya dapat ditampilkan dalam berbagai format. Salah satu format yang sering digunakan dalam menampilkan silsilah adalah bagan dengan generasi yang

lebih tua berada di bagian atas dan generasi muda berada di bagian bawah. Bagan keturunan yang menampilkan semua keturunan dari satu individu memiliki bagian yang paling sempit di bagian atas (Iwan, 2009).



Gambar 2.1 Ilustrasi bagan silsilah keluarga

Sumber: Ophie, 2013

Genogram memiliki pengertian secara etimologis dan konseptual. Secara etimologis genogram berarti silsilah, yaitu gambaran asal usul keluarga konseli sebanyak tiga generasi (Supriatna et al., 2006). Secara konseptual McGoldrick (2008) mengatakan bahwa genogram merupakan suatu pola untuk menggambar pohon keluarga yang menyimpan informasi tentang anggota keluarga dan hubungan diantara mereka sepanjang tiga generasi.

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa pohon keluarga adalah rangkaian keturunan seseorang yang ada kaitannya dengan orang lain yang menjadi istrinya dan sanak keluarganya. Silsilah keluarga merupakan sebuah gambaran keturunan dalam suatu keluarga yang memperlihatkan urutan terperinci dari beberapa generasi yang dapat ditampilkan melalui berbagai visualisasi. Visualisasi silsilah keluarga tersebut dapat digunakan untuk pencocokan data keluarga atau hal-hal lain yang berkaitan dengan status hubungan kekeluargaan.

2.1.2 Pentingnya Silsilah Keluarga

Di beberapa kesempatan, seperti saat perayaan hari besar keagamaan atau acara arisan keluarga besar, seringkali seseorang baru menyadari betapa banyak sanak saudara yang dia miliki. Bahkan tidak sedikit orang yang tidak mengenali keluarga besarnya sendiri. Alasannya pun bermacam-macam; akibat tidak pernah bertemu, akibat terpisah jarak, atau mungkin sejak awal tidak pernah diperkenalkan oleh orang tua mereka. Di sinilah pentingnya pemahaman mengenai silsilah keluarga, khususnya bagi generasi muda dalam wangsa, dinasti, atau trah di dalam sebuah keluarga. Pasalnya, saat ini semakin banyak anak muda yang sudah “putus pertalian” dengan generasi yang lebih tua atau saudara jauhnya. Minimnya pengetahuan akan silsilah keluarga juga berdampak pada lemahnya relasi yang terjalin antarindividu di dalam keluarga besar. Padahal ikatan kekerabatan sangat penting untuk memperkaya jaringan dan lingkaran hubungan dalam kehidupan sosial seseorang.

Masalah waris adalah masalah yang sangat penting dan selalu menjadi salah satu pokok bahasan utama dalam hukum Islam (Cahyadi, 2019). Masalah waris selalu ada dalam setiap keluarga dan rentan menjadi penyebab konflik di masyarakat akibat pembagian dianggap kurang adil atau ada pihak-pihak yang merasa dirugikan. Masalah pewaris dalam Islam mendapat perhatian besar, karena pembagian warisan sering menimbulkan akibat-akibat yang tidak menguntungkan bagi keluarga yang ditinggalkan oleh pewaris. Demikian pentingnya hukum kewarisan Islam karena sangat erat kaitannya dengan ruang lingkup kehidupan manusia, bahwa setiap manusia akan mengalami peristiwa yang merupakan peristiwa hukum yang lazim disebut meninggal dunia (Ramulyo, 1987). Disinilah pentingnya pemahaman mengenai silsilah keluarga, terlebih lagi bagi sebuah keluarga batih yang kompleks. Naluri manusia yang menyukai harta benda (QS. Ali Imron (3) : 14) tidak jarang memotivasi seseorang untuk menghalalkan berbagai cara untuk mendapatkan harta benda tersebut, termasuk didalamnya terhadap peninggalan pewarisnya sendiri.

Penyakit menurun merupakan salah satu masalah yang cukup serius dalam suatu silsilah keluarga. Hal ini dikarenakan risiko sifat gen tersebut bisa diturunkan pada generasi selanjutnya dalam satu silsilah tersebut (Erwan & Mulyanto, 2015). Remaja dengan riwayat keluarga hipertensi mempunyai risiko lebih tinggi untuk menderita hipertensi dibandingkan dengan remaja dengan keluarga tanpa hipertensi (Saing, 2005). Studi oleh Singh, sekitar 30-60% variasi pada tekanan darah di berbagai individu disebabkan oleh efek faktor genetik (Singh et al., 2010). Anak yang

mempunyai riwayat keturunan hipertensi pada kedua orangtuanya mempunyai risiko 40-60% hipertensi ketika beranjak dewasa. Diabetes melitus merupakan gangguan metabolisme karbohidrat karena kelenjar pankreas tidak mampu menyekresi insulin yang cukup dengan gejala adanya gula dalam urine, turunnya bobot badan, selalu haus dan lapar, dan banyak kencing. Riwayat keturunan diabetes juga ada hubungannya dengan faktor keturunan. Yunsanda dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa ada pengaruh riwayat keturunan terhadap kejadian dm pada pra lansia, sehingga masyarakat khususnya yang berusia ≥ 45 tahun diharapkan dapat menerapkan gaya hidup yang sehat dalam kehidupan sehari-harinya, mengurangi makanan dengan lemak dan karbohidrat tinggi, olahraga yang teratur, rutin melakukan pemeriksaan laboratorium kadar gula darah terutama yang mempunyai riwayat keturunan diabetes melitus (Yunsanda et al., 2018).

Latar belakang keluarga berkaitan erat dengan proses pemilihan pasangan hidup. Peristiwa pemilihan pasangan hidup dapat terjadi karena adanya persetujuan di antara kedua belah pihak, yaitu oleh individu dan pasangannya. Namun hampir di seluruh dunia hal ini dapat pula ditentukan oleh pihak keluarga yang dominan dalam hubungan tersebut. Latar belakang keluarga menjadi salah satu hal penting sebagai acuan standardisasi pemilihan calon pasangan hidup. Seleksi yang terjadi berdasarkan pertimbangan faktor keluarga dan keturunan, *neptu* kelahiran, sifat-sifat karakteristik individu dan pasangan, faktor ekonomi, norma tradisional, dan pertimbangan lain (Kartono, 1992). Telah menjadi norma sosial bahwa suatu keluarga akan melihat terlebih dahulu silsilah keluarga calon besan sebelum secara yakin untuk menikahkan putra-putrinya.

Silsilah keluarga mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Dengan memahami silsilah keturunannya, maka manusia dapat mengenal siapa saja yang menjadi keluarganya dan masih memiliki hubungan darah dengan dirinya. Ketika setiap individu lebih mengenal akan keluarganya, maka akan tercipta hubungan silaturahmi yang lebih baik serta nilai-nilai dan tradisi dalam keluarga tidak akan hilang. Selain itu, dengan memahami asal-usul dirinya maka akan mengurangi resiko terjadinya perkawinan sedarah (Ophie, 2013). Seperti diketahui dalam dunia medis, perkawinan sedarah dapat memicu kecacatan pada keturunan yang dilahirkan. Tentunya hal ini tidak diinginkan oleh setiap keluarga.

Dari penjelasan di atas terlihat bagaimana pentingnya bagi setiap orang untuk mencari, mengetahui, dan mengenal bagaimana latar belakang keturunan dalam lingkup keluarga mereka. Mengetahui anggota keluarga dan sanak saudara merupakan salah satu cara untuk menciptakan kerukunan dan suasana yang harmonis. Seseorang yang senantiasa menjaga hubungan

kekeluargaannya dengan bersilaturahmi, maka Allah akan melapangkan rezeki dan memperpanjang umurnya. Hal ini sebagaimana yang tercantum dalam sebuah hadis berikut, Rasulullah SAW bersabda:

"Barangsiapa yang ingin diluaskan rezekinya dan dipanjangkan umurnya, maka sambunglah tali silaturahmi," (HR. Bukhari–Muslim).

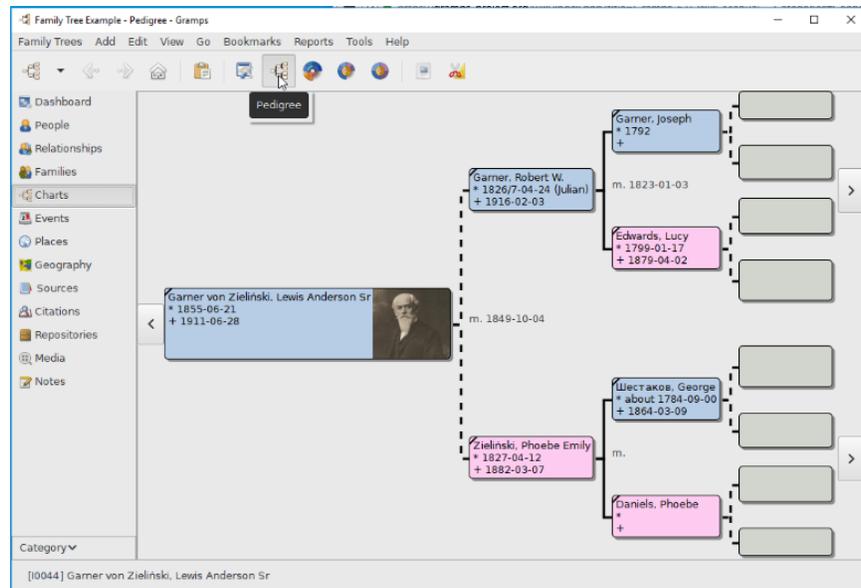
Menjaga dan memperkuat silaturahmi, terlebih lagi dalam satu lingkup keluarga, sangat penting dilakukan oleh setiap muslim. Hal ini bukan hanya bermanfaat di dunia, tetapi sebagai amal dan kebaikan di akhirat nanti.

2.1.3 Aplikasi Pohon atau Silsilah Keluarga

Mengingat kompleksitas anggota keluarga dalam satu trah yang bisa begitu besar, didukung dengan kebutuhan untuk dapat menelusuri silsilah keluarga tersebut, banyak perusahaan yang mengembangkan aplikasi pohon keluarga. Terdapat beberapa sistem pembuatan maupun penelusuran silsilah keluarga yang telah dikembangkan menggunakan basis data relasional, diantaranya sebagai berikut.

GRAMPS

Merupakan singkatan dari *Genealogical Research and Analysis Management Programming System* adalah sebuah perangkat lunak silsilah keluarga yang bersifat *open source* dan tidak berbayar. GRAMPS dirancang untuk bekerja dengan satu mesin SQL DB-API: SQLite3 pengguna tunggal atau multi-pengguna pada sistem operasi tunggal, sehingga menunjang kemudahan bagi pengguna untuk mengorganisir dan menganalisis sejarah keluarga (*Gramps*, n.d.). GRAMPS diprogram dengan Python menggunakan PyGObject. Menggunakan Graphviz untuk membuat visualisasi hubungan yang berbentuk graf (Peric, 2014). GRAMPS dapat menjelaskan dengan baik mengenai nama, hubungan, keturunan, keluarga, dan catatan lainnya. Bagan yang ditunjukkan menggunakan GRAMPS terlihat pada Gambar 2.2 Pengguna dapat menambahkan tautan pada setiap tempat di GRAMPS, menemukan entri jalan, kota, garis lintang, dan lainnya.



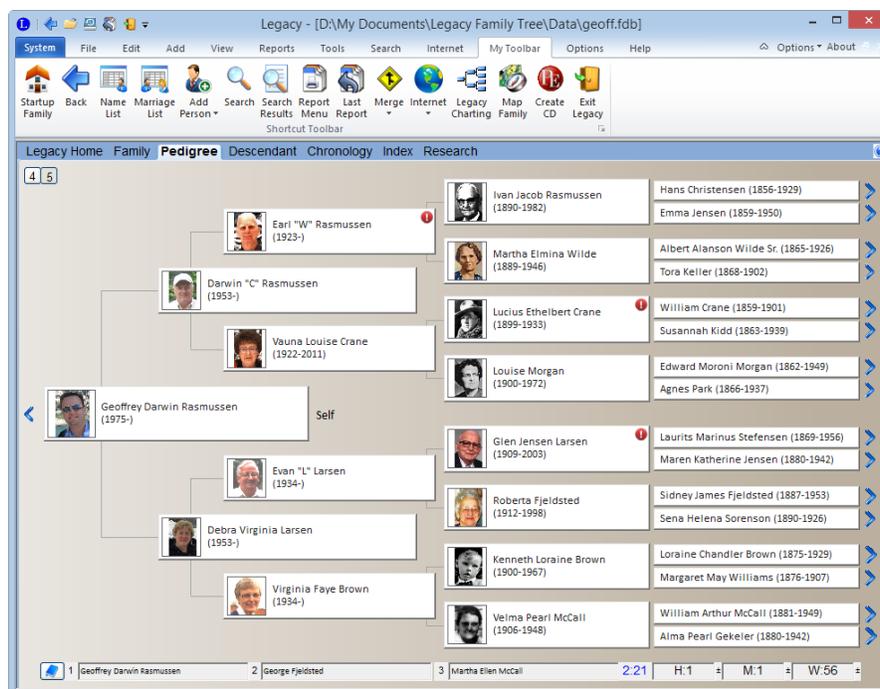
Gambar 2.2 Bagan silsilah keluarga menggunakan Gramps

Sumber: Galan, 2022

Legacy Family Tree

Adalah sebuah perangkat lunak silsilah keluarga yang bekerja pada sistem operasi Windows untuk membantu sejarawan keluarga dalam melacak, mengatur, mencetak, dan berbagi sejarah keluarga. Legacy Family Tree menyimpan data dalam basis data JET4 (*Legacy Family Tree*, n.d.). Dimana Jet merupakan bagian dari sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang mendukung dalam manipulasi basis data. Perangkat lunak ini memiliki edisi standar yang didistribusikan sebagai *freeware*, tanpa batasan. Pengguna hanya perlu melakukan pendaftaran di situs web perusahaan terkait untuk mengunduh perangkat lunak (*Legacy Family Tree*, n.d.). Bagan silsilah menggunakan Legacy Family Tree ditunjukkan pada Gambar 2.3. Dalam situsnya, Legacy Family Tree menyebutkan beberapa kemudahan yang dimiliki, diantaranya:

- Pohon keluarga yang berisi jutaan orang dapat direkam, ditampilkan, dan dilaporkan.
- Legacy mampu secara mudah menavigasi melalui semua tautan keluarga menggunakan fitur *the Family View* dan *Pedigree View screen*.
- Legacy mampu secara mudah memindahkan individu dari generasi ke generasi.
- Legacy mampu secara mudah menambah individu baru, menambah informasi baru, dan mengeditnya. Semua dilakukan dengan langkah yang sederhana dan dapat dimengerti.

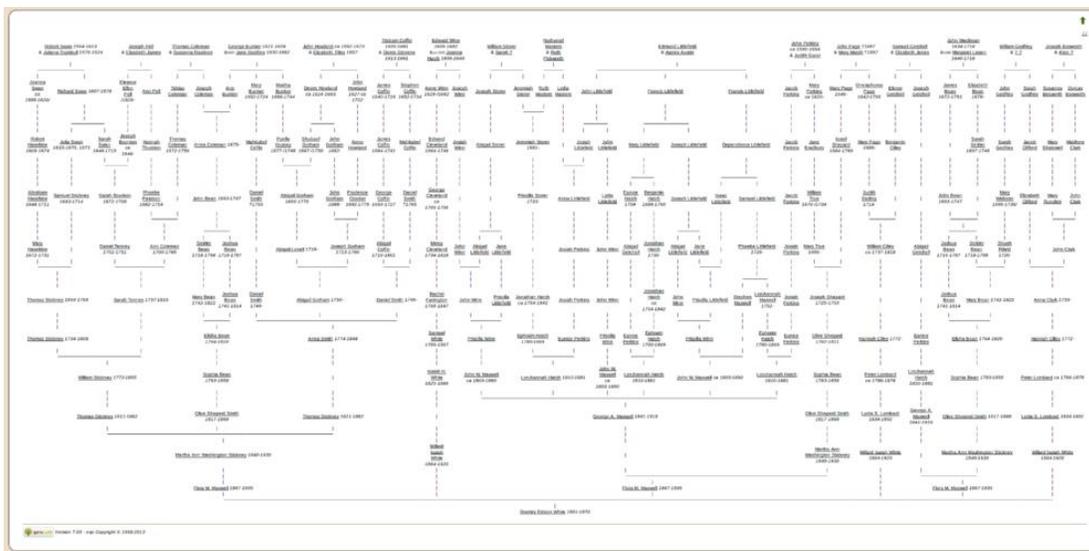


Gambar 2.3 Bagan silsilah keluarga menggunakan Legacy Family Tree

Sumber: Galan, 2022

GeneWeb

Adalah sebuah perangkat lunak silsilah keluarga *multi-platform* gratis yang dibuat dan dimiliki oleh Daniel de Rauglaudre dari INRIA (*The National Institute for Research in Computer Science and Automation*) dengan menggunakan bahasa pemrograman OCaml (*GeneWeb, Free Open Source Genealogy Software*, n.d.). Dalam ulasannya, Larry mengatakan bahwa perangkat lunak ini sangat berguna bagi pengguna yang ingin meneliti informasi silsilah keluarga dalam bahasa yang berbeda (Grosskopf, 2001). Hal ini didukung dengan beberapa bendera yang dapat dipilih untuk menerima informasi dan petunjuk dalam bahasa tersebut. Namun, Larry juga mengatakan masih banyak perangkat lunak lain yang lebih mudah digunakan. Hal ini dikarenakan GeneWeb menggunakan program jenis baris perintah yang sedikit membingungkan dan program yang berkerja di banyak jendela (*multiple windows*). Dalam situsnya, dapat disimpulkan bahwa GeneWeb mengelola database besar bernama Roglo. Sebuah basis data besar yang berisi lebih dari 4 juta entri dan dikelola oleh lebih dari 200 ahli. Gambar 2.4 menunjukkan bagan silsilah keluarga menggunakan GeneWeb.



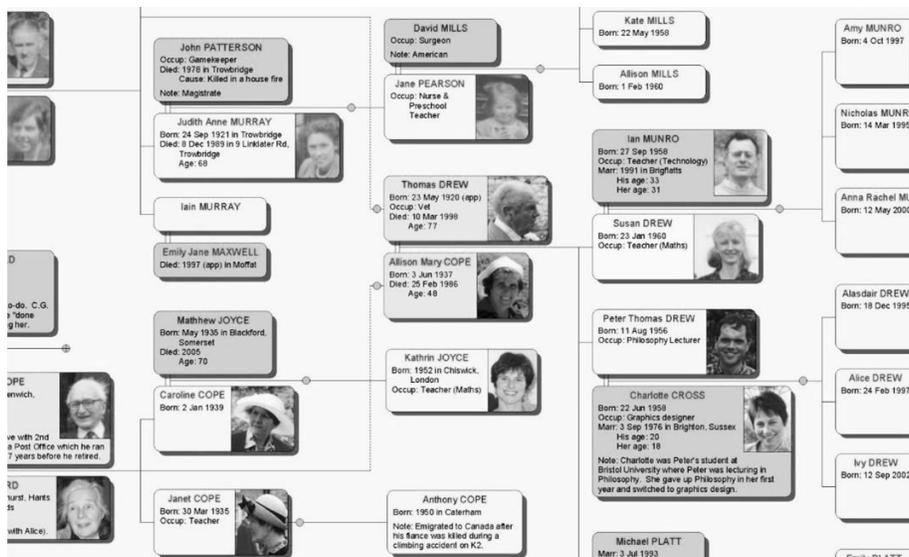
Gambar 2.4 Bagan silsilah keluarga menggunakan GeneWeb

Sumber: *GeneWeb, Free Open Source Genealogy Software*

Family Historian

Adalah sebuah perangkat lunak silsilah keluarga yang dirancang dan ditulis oleh Calico Pie Limited, sebuah perusahaan desain dan pengembangan perangkat lunak Inggris yang didirikan oleh Simon Orde pada tahun 1995. Family Historian dirancang untuk dijalankan pada sistem operasi Windows, namun pengguna dapat menjalankannya pada Linux dengan menggunakan Wine. Berdasarkan penjelasan dalam situsnya, Family Historian menyimpan semua data silsilah penting dalam file teks GEDCOM yang sangat sesuai dengan spesifikasi GEDCOM 5.5. Family Historian membaca file ini ke dalam catatan internal yang dikelola sendiri yang membuatnya sangat cepat. Family Historian menulis catatan internalnya kembali ke file GEDCOM secara berkala setiap 5 menit. GEDCOM merupakan singkatan dari *Genealogical Data Communications*. GEDCOM adalah desain format struktur data generik yang memungkinkan pengguna berbagi file basis data riwayat keluarga antara program perangkat lunak silsilah yang berbeda (Howells, 2004). Bagan silsilah keluarga yang dibangun menggunakan Family Historian terlihat pada Gambar 2.5. Family Historian ditetapkan sebagai perangkat lunak pohon keluarga terbaik pada tahun 2021 (*Family Historian7: Genealogy and Family Tree Software*, n.d.). Hal ini dibuktikan dengan pencapaian mereka atas peraih peringkat tertinggi secara keseluruhan dalam ulasan mereka oleh TopTenReviews. Tahun tersebut merupakan tahun ke-3 berturut-turut TopTenReviews menempatkan Family Historian sebagai nomor 1 secara keseluruhan (Gaukrodger, 2021). Selain

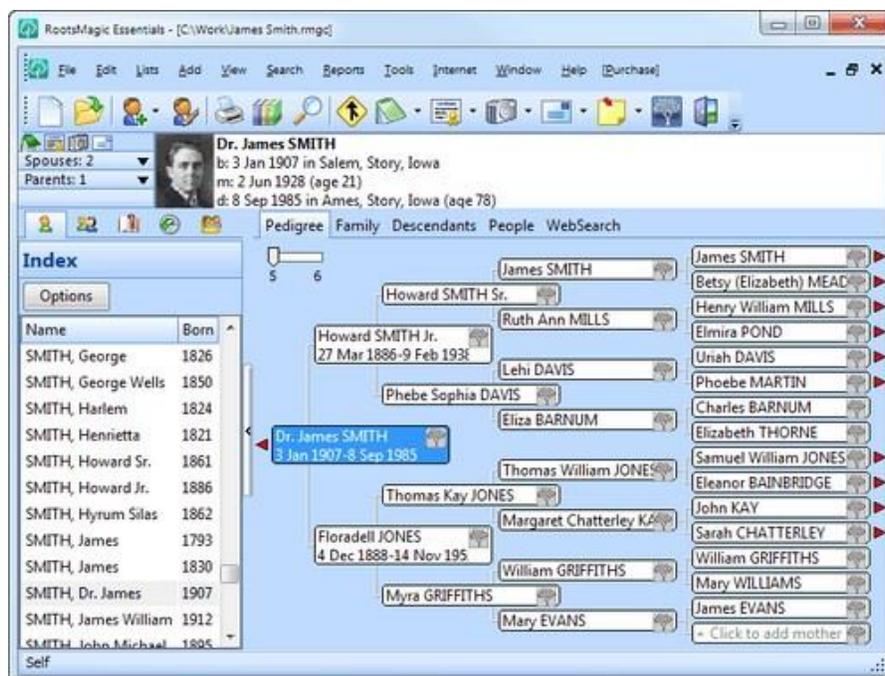
itu, untuk 10 tahun berturut-turut, GenSoftReviews memberikan penghargaan *Users Choice Award* kepada Family Historian sebagai “*Top Rated Genealogy Software*” (*Family Historian7: Genealogy and Family Tree Software*, n.d.).



Gambar 2.5 Bagan silsilah keluarga menggunakan Family Historian
Sumber: *Family Historian7: Genealogy and Family Tree Software*

RootsMagic

Adalah sebuah perangkat lunak silsilah keluarga yang dirancang dan ditulis oleh RootsMagic, Inc., sebuah perusahaan desain dan pengembangan perangkat lunak Amerika Serikat yang didirikan oleh Bruce Buzbeepada tahun 1987. Selama lebih dari dua puluh tahun RootsMagic, Inc. telah menciptakan perangkat lunak komputer dengan tujuan khusus untuk menyatukan beberapa keluarga yang dikembangkan menggunakan sistem manajemen basisdata relasional, SQLite (*About RootsMagic, Inc.*, n.d.). Program silsilah RootsMagic membantu sejarawan keluarga dalam melacak, mengatur, mencetak, dan berbagi sejarah keluarga seperti yang terlihat pada Gambar 2.6. Dalam situsnya dijelaskan bahwa terdapat satu program yang bernama *Family Atlas*. *Family Atlas* dapat melacak migrasi leluhur dari seluruh dunia dan menunjukkan secara tepat lokasi acara penting keluarga. Program ini dapat mengimpor data keluarga langsung dari perangkat lunak silsilah keluarga untuk di *create* dan *print* sesuai dengan peta keluarga yang telah dipersonalisasi.



Gambar 2.6 Bagan silsilah keluarga dengan menggunakan RootsMagic

Sumber: Yasmin, 2012

Tabel 2.1 Perbandingan perangkat lunak silsilah keluarga

Software	Free to Use	Free Software	Database	Windows	Linux	macOS
GRAMPS	✓	✓	SQLite3	✓	✓	✓
Legacy Family Tree	✓	✗	JET4	✓	Memakai Wine	✗
GeneWeb	✓	✓	Roglo	✓	✗	✓
Family Historian	✗	✗	GEDCOM 5.5	✓	Memakai Wine	✗
Roots Magic	✓	✗	SQLite	✓	Memakai Wine	✓

Beberapa aplikasi pohon keluarga, seperti yang telah dirangkum dalam Tabel 2.1, dari sisi pengguna memang tidak memiliki kekurangan dan rata-rata dapat menyajikan data dengan baik. Namun, menurut penelitian yang dilakukan oleh Vicknair dan tim pada tahun 2010 dengan judul

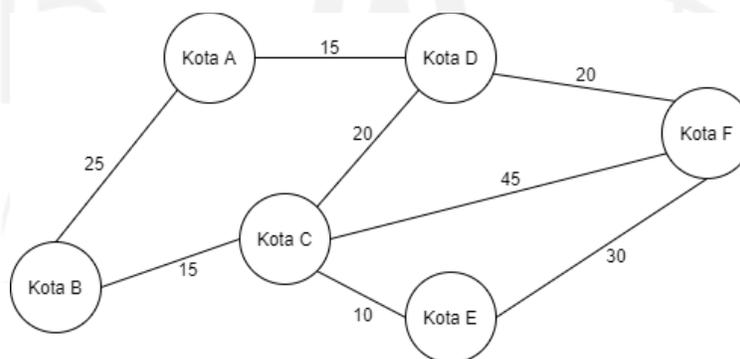
“A Comparison of a Graph Database and a Relational Database” menyimpulkan bahwa secara umum basis data graf lebih baik dalam melakukan kueri bertipe *structural* dibanding basis data relasional. Hal ini terbukti setelah dilakukannya pengujian *traversal query* antara MySQL dengan Neo4j. Dimana hasilnya Neo4j jauh lebih cepat dibanding MySQL. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan kueri yang besar, juga dalam studi kasus ini memiliki keterkaitan dengan penerapan struktur pohon, maka perancangan basis data graf akan menjadi metode baru yang tepat untuk digunakan.

2.2 STRUKTUR DATA GRAF

Subbab ini mengkaji beberapa materi mengenai struktur data graf. Diantaranya adalah pengertian struktur data graf, jenis-jenis graf, dan penelitian sebelumnya yang mengimplementasikan basis data graf.

2.2.1 Pengertian Struktur Data Graf

Graf adalah koleksi simpul atau *vertex* dan sisi atau *edge* dengan setiap sisi menghubungkan dua verteks. Verteks kadang kala dinamakan simpul, sedangkan sisi dinamakan hubungan (Kadir, 2020). Biasanya graf digambarkan sebagai kumpulan titik-titik (melambangkan verteks) yang dihubungkan oleh garis-garis (melambangkan sisi). Contoh graf yang menggambarkan hubungan antarkota ditunjukkan pada Gambar 2.7, dengan kota direpresentasikan sebagai simpul dan jarak direpresentasikan sebagai sisi. Sehingga korelasinya kota-kota dalam gambar tersebut dihubungkan oleh jarak.



Gambar 2.7 Graf hubungan antarkota dengan 6 simpul dan 8 sisi

Suatu graf G dapat dinyatakan sebagai $G=\langle V,E\rangle$. Graf G terdiri atas himpunan V yang berisikan simpul (verteks) pada graf tersebut dan himpunan dari E yang berisi sisi (*edge*) pada graf

tersebut. Himpunan E dinyatakan sebagai pasangan dari verteks yang ada dalam V. Sebagai contoh definisi dari graf pada gambar diatas adalah :

$$V = \{A,B,C,D,E,F\}$$

$$E = \{(A,B),(A,D),(B,C),(C,D),(C,E),(C,F),(D,F),(E,F)\}$$

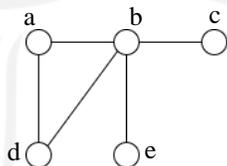
Sebuah struktur graf bisa dikembangkan dengan memberi bobot pada tiap sisi. Graf berbobot dapat digunakan untuk melambangkan banyak konsep berbeda. Sebagai contoh pada gambar diatas maka bobotnya diartikan sebagai jarak yang menghubungkan antar kota.

Dalam bidang ilmu komputer, sebuah graf dapat dinyatakan sebagai sebuah struktur data, atau secara spesifik dinamakan sebagai ADT (*Abstract Data Type*) yang terdiri dari kumpulan simpul dan sisi yang membangun hubungan antar simpul. Konsep ADT *graph* ini merupakan turunan konsep graf dari bidang kajian matematika. Di atas telah dijelaskan bahwa graf menampilkan visualisasi beserta hubungannya. Isu utama yang dihadapi dalam implementasi struktur data graf adalah bagaimana informasi itu disimpan dan dapat diakses dengan baik. Ini yang dapat disebut dengan representasi internal (Wirdasari, 2011).

2.2.2 Jenis-Jenis Graf

Graf dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis berdasarkan sudut pandang pengelompokannya. (Kadir, 2020) membedakan graf menjadi dua, yaitu:

- Graf berbobot, merupakan graf yang memiliki bobot berupa nilai numeris pada setiap hubungan (Gambar 2.7).
- Graf tidak berbobot, merupakan graf yang tidak memiliki bobot pada setiap hubungan (Gambar 2.8)

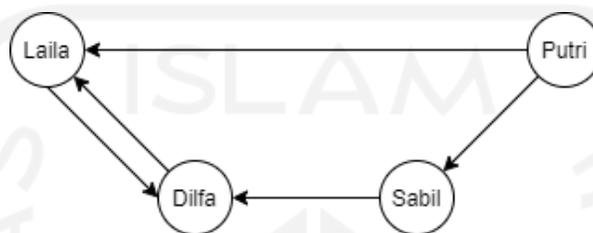


Gambar 2.8 Ilustrasi graf tidak berbobot

Pengelompokan graf berdasarkan orientasi arah pada sisi, dibedakan atas dua jenis (Syaputra, 2011):

- Graf berarah (*directed graph*), merupakan graf yang sisinya memiliki orientasi arah. Graf berarah dilengkapi dengan satu tanda panah pada setiap hubungan yang menyatakan arah dari

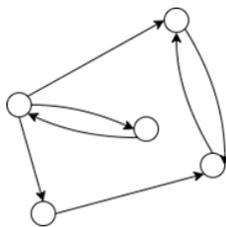
satu simpul ke simpul lain (Kadir, 2020). Gambar 2.9 adalah ilustrasi graf berarah yang menunjukkan hubungan mengikuti dan diikuti pada salah satu fitur di aplikasi Instagram. Pada Gambar 2.9, Putri mengikuti Laila dan Sabil, tetapi tidak untuk sebaliknya. Ini menyatakan dua hubungan yang berbeda, dengan kata lain $(Putri, Laila) \neq (Laila, Putri)$. Simpul Putri dinamakan simpul asal (*initial vertex*) dan simpul Laila dinamakan simpul terminal (*terminal vertex*).



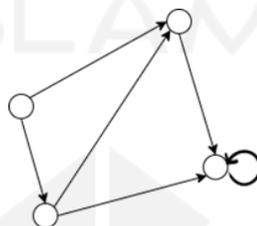
Gambar 2.9 Ilustrasi graf berarah

- b. Graf tak berarah (*undirected graph*), merupakan graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah. Pada graf tak berarah urutan pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan. Gambar 2.7 adalah contoh ilustrasi graf tak berarah dimana Kota A menuju Kota B memiliki jarak yang sama dengan Kota B menuju Kota A. Ini dapat dinotasikan sebagai $(Kota A, Kota B) = (Kota B, Kota A)$. Hal tersebut berkaitan dengan jarak pada ilustrasi graf yang bersifat bolak-balik. Graf berdasarkan ada tidaknya gelang (ujung rusuknya berawal dan berakhir pada simpul yang sama) atau sisi ganda (lebih dari satu sisi yang menghubungkan dua buah simpul) dibedakan atas dua jenis (Kusmira & Taufiqurrochman, 2017):
1. Graf sederhana (*simple graph*), merupakan graf yang tidak mempunyai rusuk ganda dan atau, gelang. Pada graf sederhana, rusuk adalah pasangan tak terurut (*unordered pairs*) (Harju, 2012). Gambar B.2.a menunjukkan rusuk (a, b) sama dengan rusuk (b, a) . Sehingga dapat dikatakan bahwa rusuk merupakan sisi yang tidak terurut atau sisi yang tidak berarah. Menurut Munir (2010) graf sederhana juga dapat didefinisikan sebagai $G = (V, E)$, terdiri dari V , himpunan tidak kosong simpul-simpul dan E , himpunan pasangan tak terurut yang berbeda yang disebut rusuk.
 2. Graf tak sederhana (*unsimple graph*), merupakan graf yang mempunyai rusuk ganda dan atau, gelang (Harju, 2012). Ada dua macam graf tak sederhana, yaitu graf ganda (*multigraph*) atau graf semu (*pseudograph*). Graf ganda (Gambar 2.10) adalah graf yang

mengandung rusuk ganda. Graf semu (Gambar 2.11) adalah graf yang mengandung gelang (loop).

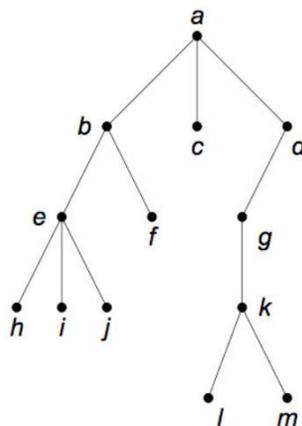


Gambar 2.10 Graf ganda



Gambar 2.11 Graf semu

Penggambaran silsilah keturunan menggunakan bagan menjadi salah satu cara yang efektif dalam mengenalkan sejarah keluarga kepada generasi penerus. Teori pohon, yang menjadi salah satu topik pembahasan dalam bidang ilmu matematika diskrit, menjadi dasar pengetahuan yang krusial dalam pembuatan silsilah keturunan berbentuk bagan. Pohon adalah salah satu graf berbentuk khusus. Suatu graf adalah sebuah pohon apabila graf tersebut terhubung dan tidak memiliki sirkuit. Suatu graf dikatakan terhubung apabila terdapat lintasan antar setiap simpul pada graf tersebut. Suatu pohon dikatakan memiliki sirkuit apabila terdapat suatu jalur/lintasan dari suatu titik yang dapat membawanya kembali ke titik tersebut (Ophie, 2013).



Gambar 2.12 Pohon berakar

Berdasarkan pohon pada **Error! Reference source not found.** dapat dijelaskan beberapa istilah yang sering dipakai dalam mempelajari pohon, diantaranya:

- a. Simpul yang terhubung dengan semua simpul dinamakan akar, ditunjukkan dengan huruf a.
- b. Simpul-simpul yang berderajat satu atau simpul yang tidak memiliki anak dinamakan daun (*leaf*), ditunjukkan dengan huruf h, i, j, l, dan m.
- c. Simpul setelah suatu simpul dinamakan anak (*child*), ditunjukkan dengan huruf b, c, d dengan orangtua (*parent*) ditunjukkan dengan huruf a.
- d. Jalur yang harus ditempuh dari suatu simpul ke simpul lainnya dinamakan lintasan (*path*), ditunjukkan dengan huruf a, b, e, h dengan lintasan dari a ke h. Sedangkan panjang lintasannya adalah tiga, ditentukan dari simpul asal.
- e. Simpul yang mempunyai orangtua yang sama dinamakan saudara kandung (*sibling*), ditunjukkan dengan f yang merupakan saudara kandung e.
- f. Pohon yang dibentuk dengan memotong pohon yang sudah ada dinamakan upapohon (*subtree*), ditunjukkan dengan sekumpulan simpul dengan akar pohon b.
- g. Jumlah anak yang dimiliki dinamakan derajat (*degree*), ditunjukkan dengan simpul a yang memiliki derajat tiga.
- h. Simpul yang mempunyai upapohon atau anak disebut simpul (*internal node*), ditunjukkan dengan huruf b, d, e, g, dan k.
- i. Ketinggian suatu simpul disebut aras (*level*), misalnya aras dari simpul a adalah 0, aras dari simpul b adalah 2, dan seterusnya.
- j. Aras maksimum dari suatu pohon disebut tinggi/kedalaman (*height/depth*), sehingga aras maksimum dari pohon pada gambar B.2.d adalah empat.

2.2.3 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya dengan pembahasan yang berkaitan dengan penggunaan basis data graf, diantaranya:

- a. Penerapan *Graph Database* Pada Jalur Sanad Perawi Hadits Menggunakan Neo4j (Arrosyid, 2018). Penulis menjelaskan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui secara rinci hubungan dalam rangkaian suatu hadits dari Shahih Al Bukhari. Dengan menggunakan *graph database* informasi dari suatu hadits dapat diakses secara lebih optimal, yakni melalui sebuah visualisasi berdasarkan *node* dan *relation*. Dimana *node* disini merepresentasikan karya

(Imam Al Bukhari), kitab (muatan karya yang berisi pembagian perkara), bab (sub masing-masing bagian yang dimuat dalam sebuah kitab), hadits (isi dari perkataan, kalimat, atau tindakan), dan rawi (seseorang atau perawi yang terlibat dalam sanad). Sedangkan *relation* disini merepresentasikan bagian (hubungan kitab ke karya), urutan (hubungan bab ke kitab), *bagian_2* (hubungan hadits ke bab), dan *bagian_3* (hubungan rawi ke hadits).

- b. Aplikasi Basis Data Graf: Deteksi Penipuan (Azhar, 2018). Azhar menyatakan bahwa transaksi online semakin meningkat seiring sistem pembayaran *online* diterapkan oleh para pelaku usaha di era yang serba terdigitalisasi ini. Momen inilah yang dijadikan peluang penipuan dengan melakukan pemalsuan identitas dalam jumlah *massive*. Oleh karenanya penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi tindak penipuan tersebut dengan menganalisis ID, alamat IP, *cookie*, dan kartu kredit pengguna menggunakan basis data graf. Pola yang diidentifikasi dari seberapa banyak *relationships* antara satu alamat IP dengan cookie, ID, dan kartu kredit yang digunakan akan menunjukkan seberapa besar potensi pengguna tersebut dalam melakukan penipuan.
- c. Pembangunan Aplikasi Mobile Silsilah Keluarga (Septimansyah & Heryandi, 2019). Dalam penelitian ini penulis menjelaskan bahwa aplikasi *chatting* dengan fitur silsilah keluarga dapat membantu seseorang mengenal keluarga besarnya sekaligus bisa langsung berkomunikasi dengan mereka. Oleh karena itu, penulis membangun sebuah aplikasi *chatting* android berbasis *signal* (menggunakan mekanisme *end-to-end encryption*) dengan fitur silsilah keluarga. Tujuannya agar pengguna dapat mengenal silsilah keluarga di suatu keluarga besar dan dapat mempermudah komunikasi (mengirim pesan) antar anggota keluarga.
- d. Pemodelan *Graph Database* Untuk Moda Transportasi *Bus Rapid Transit* (Wirawan et al., 2016). Penelitian ini membahas mengenai basis data graf sebagai solusi alternatif dalam penyimpanan data jaringan transportasi, khususnya BRT. Dalam studi kasus ini, *shelter* direpresentasikan sebagai simpul dan jalur penghubung *shelter* direpresentasikan sebagai sisi. Penulis juga melakukan pengujian performa untuk menguji seberapa cepat respon basis data graf dalam melakukan *traversing shelter*. Pengujian dijalankan dengan mengakses *travers query* 18 simpul data pada Neo4j dan MySQL. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk setiap simpul yang diuji, MySQL memiliki waktu kueri perambatan (*traversing*) simpul yang lebih lama dibanding Neo4j.

- e. Pemodelan Basis Data Graf dengan Neo4j (Studi Kasus: Basis Data Sistem Informasi Penjualan pada UMKM) (Sholeh, 2020). Penelitian pengembangan basis data graf pada studi kasus ini memiliki tujuan untuk mengetahui sejauh mana penggunaan basis data NoSQL dalam penggunaan basis data relasional UMKM yang di dalamnya terdapat data tidak terstruktur. Setelah dilakukan perancangan secara konseptual, ditentukan bahwa simpul yang akan digunakan diantaranya, penjual (pelaku UMKM), jenis_industri, pembeli, dan barang yang dijual. Dan praktis sisinya adalah yang menghubungkan antar simpul-simpul tersebut.

Tabel 2.2 Perbandingan penelitian terdahulu

Referensi	Studi Kasus	Representasi	Simpul	Sisi	Jenis Graf
(Arrosyid, 2018)	Sanad hadits	Persebaran derajat perawi hadits dan daerah asal perawi	- Karya - Kitab - Bab - Hadits - Rawi	- Bagian - Urutan - Bagian_2 - Bagian_3	- Tidak berbobot - Berarah - Tak berarah - Sederhana
(Azhar, 2018)	Deteksi penipuan pada transaksi <i>online</i>	Seberapa banyak sisi yang menghubungkan satu alamat IP dengan <i>cookie</i> , ID, dan kartu kredit.	- Alamat IP - <i>Cookie</i> - ID - Kartu kredit	Antar simpul	- Tidak berbobot - Tidak berarah - Sederhana
(Septimansyah & Heryandi, 2019)	Aplikasi <i>chatting</i>	Aplikasi <i>chatting</i> berbasis android berbasis Signal dengan fitur silsilah	Seseorang	Hubungan antar beberapa orang	- Tidak berbobot - Berarah - Tidak sederhana
(Wirawan et al., 2016)	Jalur BRT	Visualisasi untuk membentuk jalur atau rute perjalanan BRT	- <i>Shelter transit point</i> - <i>Shelter transfer point</i>	Koridor	- Berbobot - Berarah - Tidak sederhana
(Sholeh, 2020)	Basis data istem informasi penjualan UMKM	Mengubah basis data relasional menjadi basis data graf	- UMKM - Pembeli - Produk - Kategori	- Jual_produk - Membeli_produk	- Tidak berbobot - Berarah - Sederhana

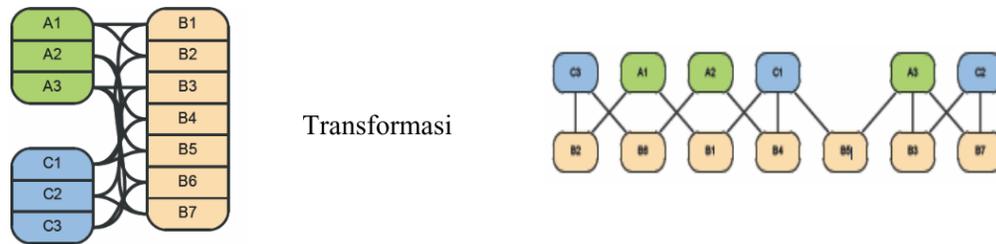
Berdasarkan Tabel 2.2 Perbandingan penelitian terdahulu Tabel 2.2, belum ada penelitian yang membahas bagaimana perancangan basis data graf, terkhusus menggunakan *tools* Neo4j, untuk memvisualisasikan data keluarga ke dalam bentuk pohon keluarga. Seperti yang sudah dipaparkan, basis data graf merupakan salah satu jenis basis data yang menggunakan struktur graf untuk menyimpan data-datanya. Dalam bukunya yang bertajuk “*Graph Database*”, Robinson menyatakan tiga kekuatan yang ditawarkan basis data graf yakni meliputi kinerja, keluwesan, dan kelincahan (Robinson et al., 2015). Dengan menggunakan graf, *query* atau permintaan data dapat dilakukan dengan melibatkan bagian graf tertentu sesuai kebutuhan. Oleh karenanya, *query* dapat dikatakan konstan walaupun data pada graf membesar. Hal ini sangat menguntungkan untuk dikembangkan pada sebuah data riwayat keluarga dengan kemungkinan input data yang cukup besar berkaitan dengan lingkup keluarga yang luas.

2.3 BASIS DATA GRAF

Subbab ini mengkaji beberapa materi basis data graf. Diantaranya adalah pengertian basis data graf, karakteristik basis data graf, dan produk basis data graf.

2.3.1 Pengertian Basis Data Graf

Basis data graf (*graph database*) merupakan salah satu jenis basis data yang menggunakan struktur graf untuk menyimpan data. Basis data ini ditujukan untuk mengatasi kelemahan basis data relasional, terutama untuk menghindari operasi *join* (penggabungan) yang menyita waktu. Basis data graf termasuk dalam NoSQL yang menggunakan struktur *graph (graph-oriented)*. Setiap elemen data dalam basis data graf dihubungkan dengan sebuah *pointer* untuk menemukan elemen lain dalam pencarian indeks yang sangat diperlukan (Wang et al., 2012). Berbagai model database yang ada dapat ditransformasikan ke dalam model basis data graf (Ali et al., 2012) dan model ini akan menjadi lebih efisien dibandingkan model lainnya. Beberapa contoh model database yang dapat ditransformasikan yaitu, RDBMS (*Relational Database Management System*), *Key-Value* dan *document store*. Gambar 2.13 dibawah ini memperlihatkan bagaimana model RDBMS dapat ditransformasikan ke dalam bentuk basis data graf.



Gambar 2.13 Transformasi RDBMS ke basis data graf

Sumber: Ali et al., 2012

Dari gambar di atas, terlihat perbedaan model RDBMS dan basis data graf. Struktur data RDBMS berisi tabel, kolom, dan baris dimana semua baris mempunyai struktur yang sama. Sedangkan basis data graf dapat memilih struktur yang diinginkan dan dapat disimpan dalam bentuk natural (grafik dan objek). Selain itu, skema RDBMS sulit dimodifikasi karena satu tabel berhubungan erat dengan tabel yang lain. Sedangkan struktur data basis data graf dapat diubah secara dinamis.

Pada jurnal yang berjudul “OUTCOME ANALYSIS USING NEO4J GRAPH DATABASE” (Femy P.F et al., 2016), penulis menguraikan bahwa terdapat berbagai bidang dalam kehidupan sehari-hari yang membuktikan kemunculan jaringan data yang sangat besar disebut jaringan kompleks. Sehingga basis data graf adalah yang terbaik untuk mengimplementasikan jaringan kompleks yang memiliki jutaan *nodes* dan *relationships* tersebut. Bidang utama pengaplikasian basis data graf diantaranya:

- a. Jejaring sosial. Dalam jejaring sosial simpul merepresentasikan orang atau kelompok, sedangkan sisi menunjukkan hubungan di antara simpul tersebut. Contohnya, hubungan kekeluargaan, persahabatan, hubungan bisnis, jaringan penelitian, catatan komunikasi (panggilan telepon, pesan, *e-mail*), jaringan komputer, dan jaringan keamanan.
- b. Jaringan informasi. Model hubungan jaringan informasi merepresentasikan alur informasi seperti kutipan antar makalah akademis, *World Wide Web*, jaringan *peer-to-peer*, hubungan antar kelas kata dalam tesaurus, dan jaringan preferensi.

Basis data graf menggunakan struktur graph yang menghubungkan satu data dengan data yang lain. Hal ini sangat bergantung pada hubungan antar elemen (simpul) karena poin paling penting dalam basis data graf adalah *relationships* (sisi). *Relationship* merupakan hasil dari *similarity search* (Ali et al., 2012). *Similarity search* merupakan pencarian dasar yang digunakan

untuk basis data graf agar keterkaitan setiap elemen dapat diketahui. Dengan menggunakan basis data graf, keefisienan waktu dan tempat akan terasa lebih nyata untuk mengatasi jumlah data yang sangat banyak.

2.3.2 Karakteristik Basis Data Graf

Basis data graf adalah suatu model basis data yang menggunakan konsep teori graf, yaitu ketika data disimpan dalam bentuk simpul/titik/verteks dan sisi/garis/*edges*. Dimana simpul dan sisi tersebut mencerminkan entitas dunia nyata dan relasi atau hubungannya dengan entitas yang lain (Robinson et al., 2015). Berdasarkan jenisnya, basis data graf termasuk dalam NoSQL *database* dimana fokus utamanya adalah untuk menangani data yang besar, tidak terstruktur, dan sangat terhubung (*linked data/connected data*) (Pokorný, 2015). Dibandingkan database NoSQL yang lain, basis data graf memiliki kemampuan mengatasi data yang sangat kompleks. Terdapat beberapa kriteria data yang sesuai untuk diolah menggunakan NoSQL berbasis graf, dibanding menggunakan model relasional (Femy P.F et al., 2016). Kriteria tersebut adalah:

- a. Memiliki tabel dengan banyak kolom.
- b. Memiliki tabel atribut.
- c. Memiliki banyak *relationship* dengan jenis *many-to-many*.
- d. Memiliki ciri-ciri seperti pohon.
- e. Sering melakukan perubahann skema.

Robinson dkk, 2015 menyebutkan bahwa terdapat tiga kekuatan yang ditawarkan basis data graf, yaitu:

- a. Kinerja. Kinerja yang dimaksud di sini terkait dengan kelemahan operasi “join” pada basis data relasional. Dengan menggunakan graf, *query* atau permintaan data dapat ditangani dengan melibatkan bagian graf tertentu saja sesuai yang diperlukan. Oleh karena itu, *query* dapat dikatakan konstan walaupun data pada graf membesar.
- b. Keluwesan. Keluwesan yang ditawarkan oleh basis data graf adalah kemudahan dalam menanggapi perubahan bisnis. Hal ini didasarkan kenyataan bahwa penambahan simpul, label, dan hubungan pada graf dapat dilakukan tanpa memengaruhi struktur yang sudah terbentuk sehingga tidak mengganggu *query* yang sudah dibuat maupun fungsionalitas aplikasi. Hal ini dapat menghindari keharusan untuk melakukan pemodelan ulang basis data atau bahkan migrasi basis data.

- c. **Kelincahan.** Kelincahan berarti kemampuan untuk berubah dengan cepat dan mudah. Hal ini didasari pada kesesuaian teknologi graf terhadap praktik pengembangan aplikasi yang berbasis pada pengujian. Perubahan-perubahan pada bisnis dapat diimplementasikan dengan cepat dan mudah dengan melakukan perubahan pada basis data.

2.3.3 Produk Basis Data Graf

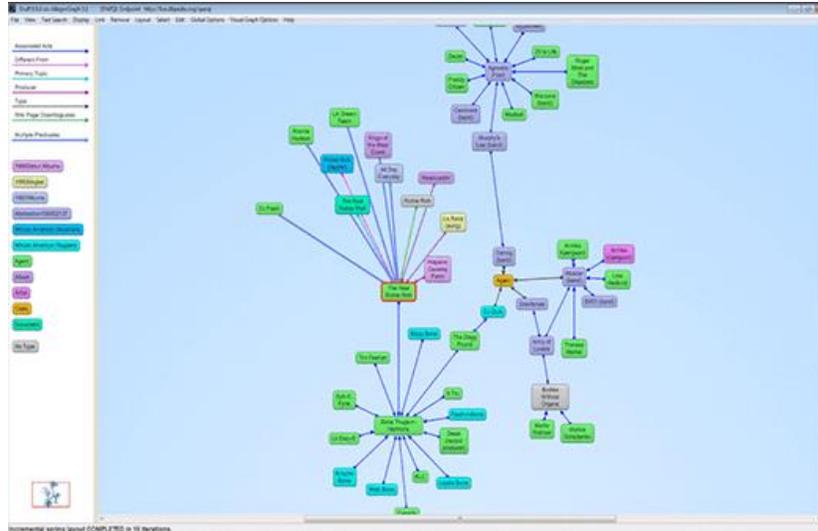
Basis data graf merupakan solusi terbaik untuk menyimpan dan mencari data pada perancangan data besar dengan jumlah hubungan yang sangat banyak, seperti Facebook dan Twitter. Terdapat beberapa produk NoSQL berbasis graf yang akan dikaji pada anak subbab ini. Diantaranya, AllegroGraph, ArangoDB, OrientDB, JanusGraph dan Neo4j.

AllegroGraph

Merupakan basis data graf RDF (*Resource Description Framework*) modern, konsisten, dan tangguh dengan tingkat kinerja yang tinggi. AllegroGraph memiliki karakteristik yakni penggunaan memori yang efisien dengan menggabungkan penggunaan disk, memiliki skala hingga satu miliar *node*, dan selalu menjaga performa terbaik (Fernandes & Bernardino, 2018). Terdapat berbagai karakteristik spesifik yang dimiliki AllegroGraph menurut DB Engines, diantaranya:

- a. *FedShard* – dirancang sebagai solusi *Entity-Event* pada ilmu graf.
- b. Penyimpanan dokumen dan basis data graf. Mendukung JSON dan JSON-LD.
- c. *Gruff* – visualisasi graf, menghasilkan kueri SPARQL dan Prolog secara visual.
- d. Server AllegroGraph dapat ditulis menggunakan JavaScript API.
- e. *Multi-Master Replication* untuk sinkronisasi pusat data yang didistribusikan secara global.
- f. Terintegrasi dengan SOLR dan MongoDB.
- g. Semua klien berdasarkan *REST Protocol*.

Salah satu keterbatasan AllegroGraph adalah fokusnya pada penalaran geo-temporal (proses yang memungkinkan untuk mengkarakterisasi subset item dalam database geografis) dan analisis jaringan sosial (Fernandes & Bernardino, 2018). Gambar 2.14 menunjukkan contoh visualisasi graf menggunakan AllegroGraph. Dimana sisi sebelah kanan menunjukkan basis data graf dan di sebelah kiri menunjukkan *subtitle* untuk node dan warna tepi.

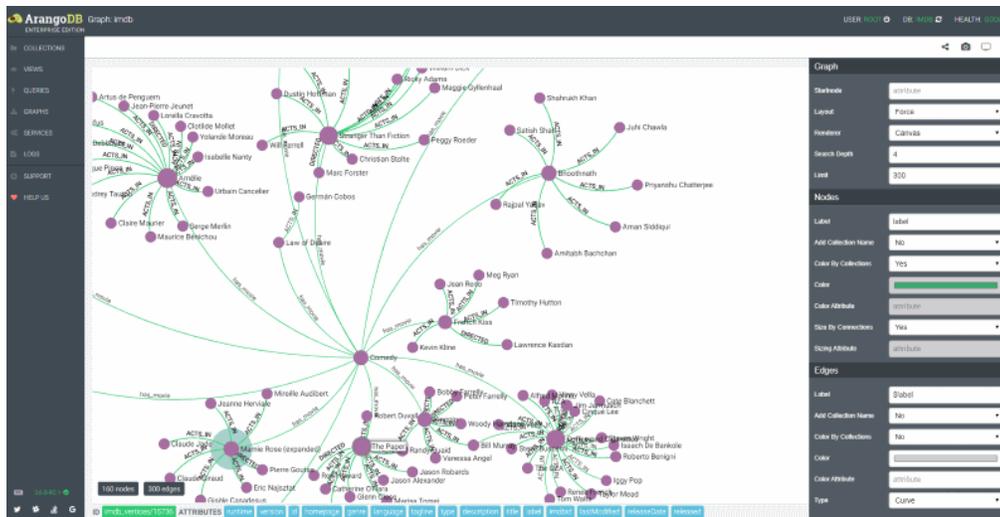


Gambar 2.14 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan AllegroGraph

Sumber: FranzInc., 2013

ArangoDB

Merupakan sistem basis data multi-model yang dikembangkan oleh triAGENS GmbH. Data dapat disimpan sebagai kunci atau pasangan nilai, dokumen atau graf. Semua ini dapat diakses hanya dengan satu bahasa kueri, AQL (Bahasa Kueri ArangoDB). Untuk pemeliharaan graf, ArangoDB menggunakan *vertex collections* dan *edge collections* (Besta et al., 2020). Sebelumnya, dokumen dikumpulkan dalam *vertex documents*. Dokumen verteks tidak menyimpan informasi tentang sisi yang melekat pada verteks terkait. Keuntungannya, dokumen verteks tidak harus dimodifikasi ketika seseorang menambah atau menghapus sisi. Disisi lain *edge collections* menyimpan *edge documents*. Dokumen tepi memiliki dua properti khusus: *_from* dan *_to*, yang merupakan ID dokumen yang terkait dengan dua simpul yang dihubungkan oleh sisi tertentu. Graf dapat divisualisasikan dan dimanipulasi langsung dalam ArangoDB WebUI (ArangoDB). WebUI menyediakan banyak konfigurasi untuk menampilkan simpul dan sisi. Gambar 2.15 menunjukkan tampilan dataset IMDB dengan kedalaman pencarian disetel ke empat, hasil dibatasi hingga 300, jenis visualisasi sisi disetel melengkung, dan dengan label simpul dan sisi khusus. Ini memberikan gambaran singkat tentang genre, film dalam genre tersebut, dan aktor yang bermain di film tersebut.



Gambar 2.15 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan ArangoDB

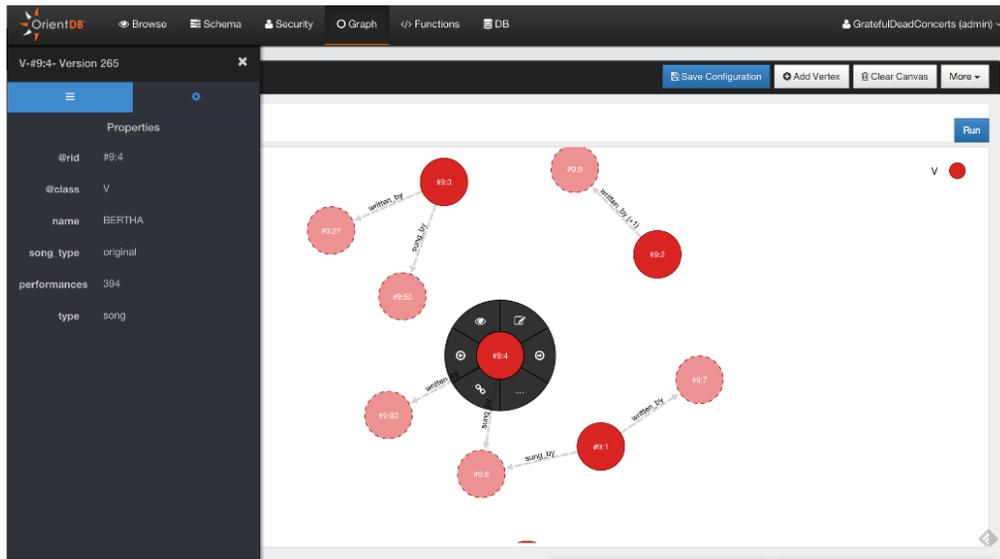
Sumber: ArangoDB, n.d.

OrientDB

Merupakan sistem manajemen basis data NoSQL *open source multi-model* yang mendukung model data dalam bentuk dokumen, graf, *key/value*, atau objek (Fernandes & Bernardino, 2018). Melalui situsnya (OrientDB) dapat disimpulkan bahwa OrientDB lebih mendukung *relationships* daripada *join*. Bahkan untuk basis data berbasis dokumen, *relationships*-nya ditangani seperti basis data graf yang dikoneksikan langsung dalam dokumen. OrientDB mendukung tiga jenis skema; *schema-less* (tidak ditentukan sebelumnya), *schema-full* (struktur data tetap), dan *schema-fixed* (dapat berupa struktur tetap atau variabel) (Kaur & Kaur, 2016). Kaur juga menyebutkan beberapa keuntungan dari OrientDB, diantaranya:

- Memiliki kinerja yang cepat dimana bagian dari pohon dan graf dapat dilalui hanya dalam beberapa milidetik.
- Skalabilitas dan keandalan tinggi dimana mesin transaksional OrientDB dapat berjalan dalam sistem terdistribusi yang mendukung miliaran catatan.
- Menyediakan *cloud database* dimana server jarak jauh menggunakan jaringan awan untuk menyimpan, mengelola, dan memproses data.
- Mudah dalam pemasangan (*installation*) dan bersifat *open source*.
- Kematangan dan stabilitas produk dimana OrientDB merupakan produk *multi-model* pertama kali yang ada di pasaran.

OrientDB juga memiliki editor grafik dimana pengguna tidak hanya dapat memvisualisasikan data dengan tampilan graf tetapi juga dapat berinteraksi dengan graf dan memodifikasinya. Gambar 2.16 menunjukkan contoh visualisasi basis data graf dengan bilah bilah sisi yang menunjukkan properti simpul dan tepi, juga dengan beberapa fungsi seperti menambahkan simpul atau menghapus kanvas.



Gambar 2.16 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan OrientDB

Sumber: OrientDB, 2020

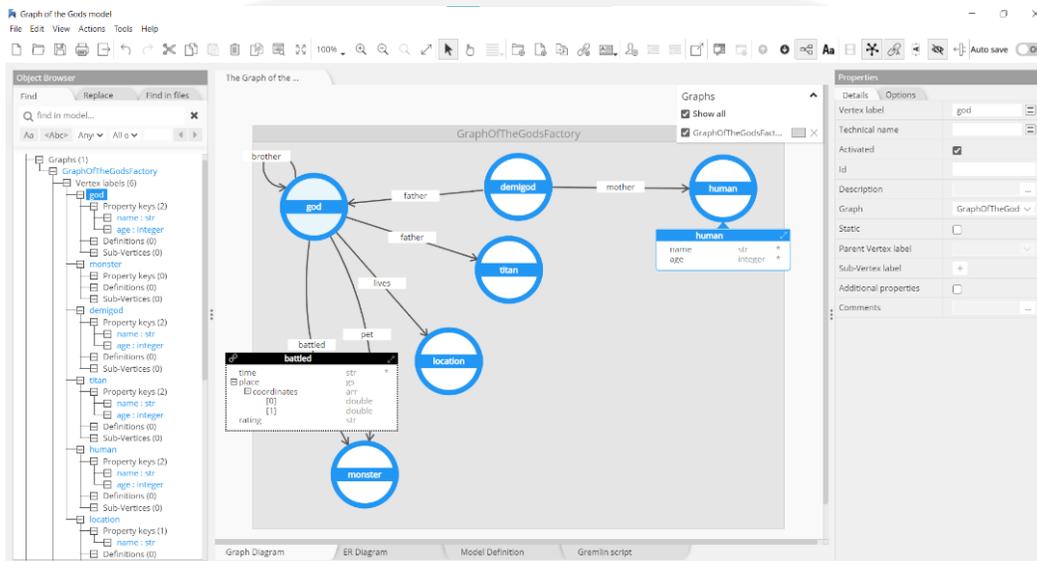
JanusGraph

Merupakan basis data graf berskala yang dioptimalkan untuk menyimpan dan membuat kueri graf yang berisi ratusan miliar simpul dan sisi yang didistribusikan ke seluruh bagian dari mesin yang bekerja (Besta et al., 2020). JanusGraph dikembangkan oleh The Linux Foundation bersama proyek lainnya seperti Google, Expero, GRAKN.AI, Hortonworks, IBM, dan Amazon. JanusGraph dirancang untuk mendukung pemrosesan graf yang begitu besar sehingga memerlukan penyimpanan dan kapasitas komputasi di luar apa yang dapat disediakan oleh satu mesin. Dalam situsnya (JanusGraph) disebutkan manfaat umum dari JanusGraph, diantaranya:

- a. Mendukung graf yang sangat besar.
- b. Mendukung geo (hubungan antar objek), rentang numerik, dan pencarian teks lengkap yang melekat pada simpul dan sisi graf yang sangat besar.
- c. Mengoptimalkan representasi ruang untuk memungkinkan penggunaan penyimpanan dan kecepatan akses yang efisien.

- d. Mendukung penggunaan bahasa Gremlin yang merupakan bahasa graf traversal (proses mengunjungi setiap simpul dalam graf) dari Apache TinkerPop (*framework* komputasi graf untuk basis data graf (OLTP) dan sistem analitik graf (OLAP)).
- e. Mendukung model data graf properti populer yang diekspos oleh Apache TinkerPop.

Pada Gambar 2.17 terlihat visualisasi basis data graf pada JanusGraph menggunakan KeyLines yang merupakan alat visualisasi graf dengan JavaScript.



Gambar 2.17 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan JanusGraph

Sumber: Hackolade, n.d.

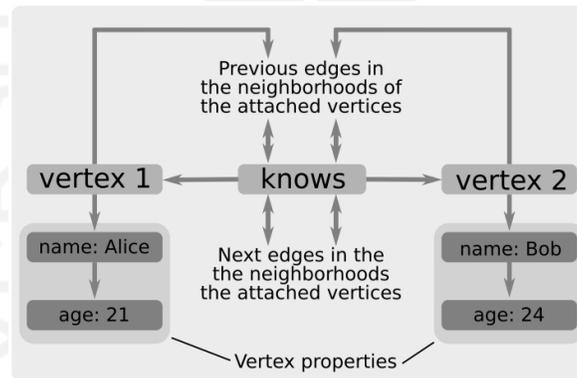
Neo4j

Merupakan basis data graf *open-source* yang diimplementasikan di Java. Neo4j digambarkan sebagai basis data transaksional dan sebuah mesin Java yang dapat menyimpan struktur data dalam bentuk graf bukan tabel (Fernandes & Bernardino, 2018). Neo4j memiliki berbagai keunggulan kompetitif sehingga menjadikannya salah satu perangkat lunak paling banyak digunakan di bidang ini. Melalui situsnya (Neo4j), berikut beberapa fitur utama Neo4j:

- a. Skema yang fleksibel
- b. *Cypher Query Graph*. Cypher adalah bahasa kueri graf Neo4j yang memungkinkan pengguna untuk menyimpan dan mengambil data dari basis data graf.
- c. Mengekspor data kueri ke format JSON dan XLS.
- d. HTTP API untuk mengelola basis data.
- e. Dukungan indeks menggunakan Apache Lucence dan dukungan driver seperti Java, Spring, Scala, JavaScript.

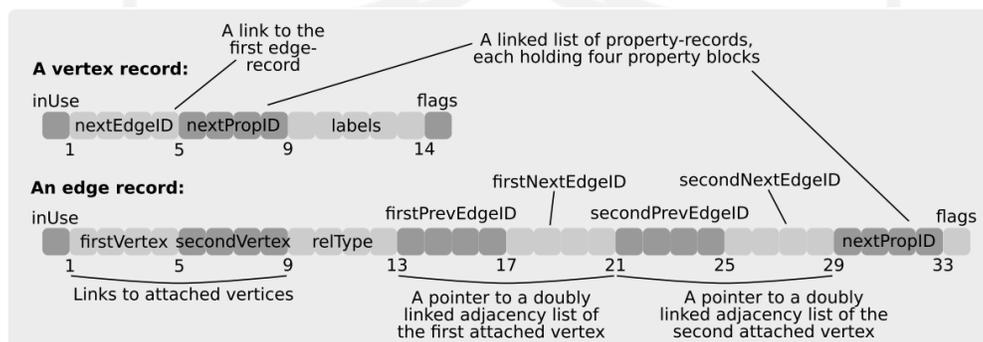
f. Skalabilitas, keandalan, dan *cloud computing*.

Besta, 2020 melalui *paper*-nya menjelaskan bahwa sebuah simpul v direpresentasikan dengan *vertex record*, yang menyimpan; (1) label v , (2) penunjuk ke daftar yang terhubung dengan properti v , (3) penunjuk ke sisi pertama yang dilampirkan ke v , dan (4) beberapa bendera. Sedangkan sebuah sisi e direpresentasikan dengan *edge record*, yang menyimpan (1) tipe sisi e (sebuah label), (2) penunjuk ke daftar yang terhubung dengan properti e , (3) penunjuk dua *vertex record* yang merepresentasikan simpul yang dilampirkan ke e , (4) penunjuk dua simpul yang berdekatan, dan (5) beberapa bendera. Untuk lebih jelasnya, Gambar 2.18 menguraikan contoh desain Neo4j yaitu dua simpul yang dihubungkan oleh relasi “*knows*”. Dimana kedua simpul menyimpan properti yang direlasikan. Sedangkan Gambar 2.19 menunjukkan detail dari *vertex record* dan *edge record*.



Gambar 2.18 Ringkasan struktur Neo4j

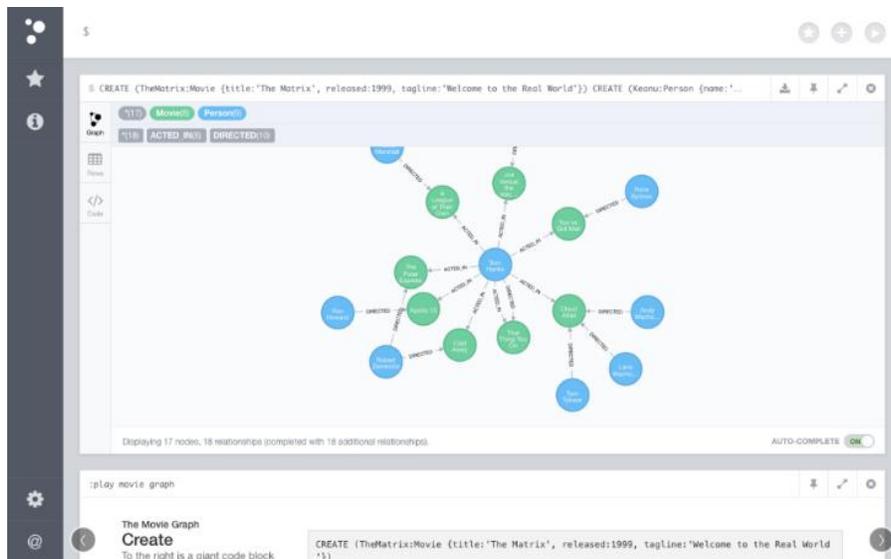
Sumber: Besta et al., 2020



Gambar 2.19 Ilustrasi *vertex record* dan *edge record* Neo4j

Sumber: Besta et al., 2020

Pada Gambar 2.20 terlihat contoh visualisasi Neo4j yang berjalan pada browser web. Gambar tersebut menunjukkan contoh graf dengan banyak simpul, sisi, dan nama atribut, juga *text section* yang berada di bagian atas untuk melakukan kueri data dalam bahasa Cypher.



Gambar 2.20 Contoh visualisasi basis data graf menggunakan Neo4j

Sumber: Neo4j, n.d.

Dari berbagai produk basis data graf di atas, Neo4j adalah salah satu opsi terbaik saat memilih basis data graf. Dimana perangkat lunak ini memiliki fitur paling penting seperti skema fleksibel, bahasa kueri yang kuat bernama Cypher, pelaksanaan dan pemulihan cadangan, skalabilitas dan persiapan *cloud*. Sehingga Neo4j dapat digunakan untuk mengoptimalkan perancangan basis data graf.

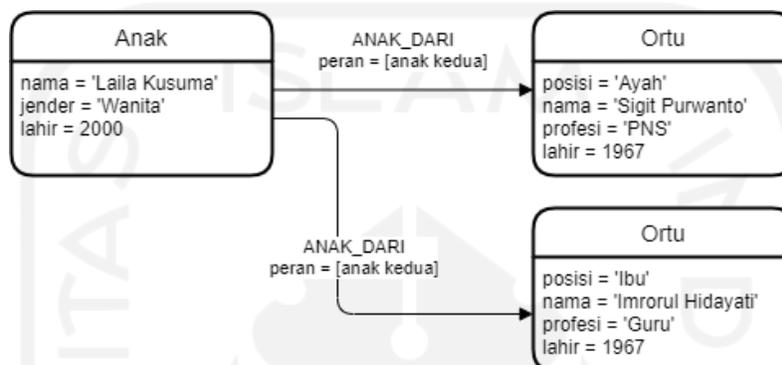
2.4 Neo4j

Neo4j merupakan salah satu basis data graf *open-source* yang saat ini paling populer digunakan dan dapat menangani milyaran node dan relasi data. Neo4j merupakan *disk-based transactional graph database* dan dapat mengelola semua operasi manipulasi data (Setialana et al., 2017). Data dalam Neo4j disimpan dalam bentuk graf bukan dalam bentuk tabel dimana setiap simpul dan sisi dalam Neo4j dapat berisi properti data. Neo4j sedang mengembangkan Chyper, bahasa kueri untuk properti graf (Angles, 2016). Robinson, 2015 juga menyebutkan bahwa Chyper merupakan bahasa deklaratif yang mirip dengan SQL. Pemodelan graf Neo4j terdiri dari properti

simpul dan hubungan. Dimana properti tersebut dapat mengekspresikan lintasan dan jalur yang sederhana atau kompleks. Dasar-dasar yang digunakan untuk mengakses basis data graf:

a. Pembuatan Simpul

Gambar 2.21 menunjukkan contoh graf keluarga yang mengandung 3 simpul. Oleh karena itu, tahap awal dalam pembuatan basis data graf adalah membentuk simpul-simpul tersebut.



Gambar 2.21 Graf hubungan anak dan orang tua

Perintah yang perlu diberikan adalah seperti berikut:

```
CREATE (:Anak {nama: 'Laila Kusuma', jender: 'Wanita', lahir: 2000})
```

Perintah di atas diketik dalam satu baris. Perintah ini digunakan untuk membuat simpul. Salah satu simpul yang dibuat adalah simpul dengan label berupa “Anak” dan simpul tersebut mengandung properti nama, jender, dan lahir. Dalam hal ini, nama berisi string ‘Laila Kusuma’, jender berisi string ‘Wanita’, dan lahir berisi bilangan 2000.

b. Pembuatan Hubungan

Hubungan-hubungan pada Gambar 2.21 perlu dibuat untuk menghubungkan “Laila Kusuma” dengan “Ortu”. Perintahnya:

```
MATCH (a:Anak), (o:Ortu)
```

```
WHERE a.nama = 'Laila Kusuma' AND
```

```
o.posisi = 'Ayah'
```

```
CREATE (a)-[:ANAK_DARI {peran: ['anak kedua']}]-(o)
```

Pada perintah di atas, MATCH adalah pernyataan yang digunakan untuk melakukan pencarian. Bagian (a:Anak), (o:Ortu) setelah kata MATCH menyatakan semua data pada

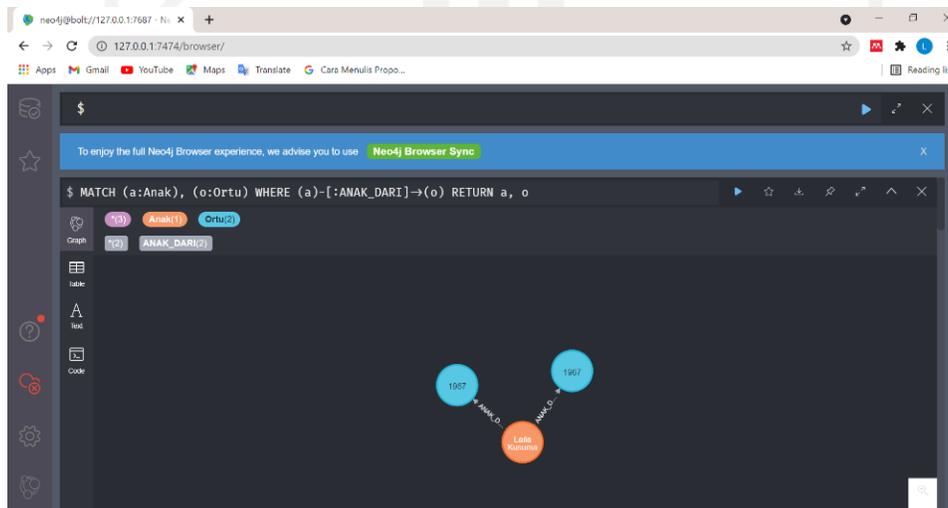
simpul-simpul berlabel “Anak” dan “Ortu”. Klausa WHERE membatasi hasil yang didapat. Jadi, klausa ini berfungsi sebagai filter atau penapis. Filter yang digunakan berupa WHERE a.nama = ‘Laila Kusuma’ AND o.posisi = ‘Ayah’. Artinya, yang dikehendaki hanyalah data pada kedua jenis simpul dimana nilai properti nama pada data anak (dinyatakan dengan a.nama dengan a adalah variabel yang mewakili simpul berlabel “Anak”) berisi ‘Laila Kusuma’ dan properti posisi pada ortu (dinyatakan dengan o.posisi) berisi ‘Ayah’. Selanjutnya, klausa CREATE yang berupa CREATE (a)-[:ANAK_DARI {peran: [‘anak kedua’] }]->(o) digunakan untuk membentuk hubungan antara kedua simpul yang didapat melalui MATCH-WHERE dengan jenis hubungan berupa “ANAK_DARI” (yang ditulis dengan :ANAK_DARI). Pada hubungan ini terdapat satu properti bernama peran, yang berisi daftar atau senarai [‘anak kedua’].

c. Visualisasi Graf

Setelah simpul dan hubungan dibentuk, tahap selanjutnya adalah memvisualisasikan graf yang berisi data anak dan orang tua yang berada dalam basis data. Untuk keperluan ini, perintah berikut perlu diberikan:

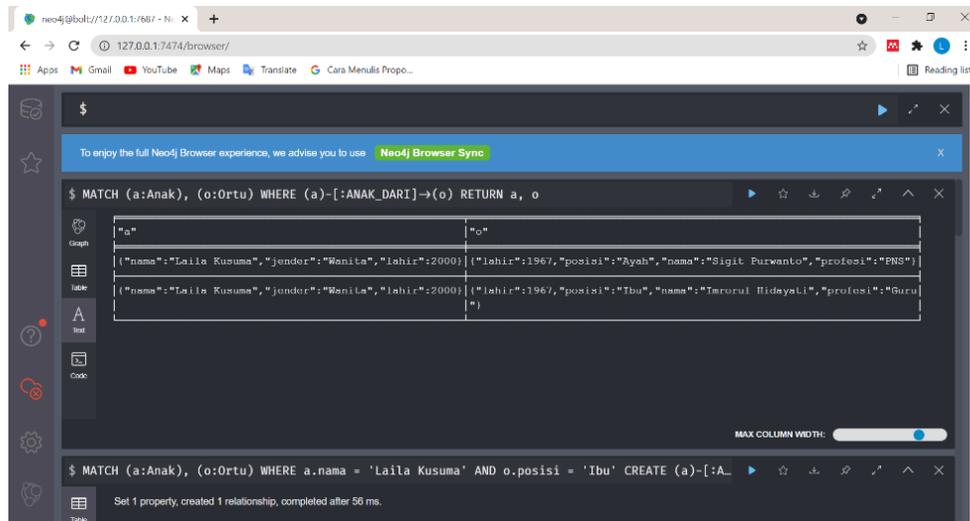
```
MATCH (a:Anak), (o:Ortu)
WHERE (a)-[:ANAK_DARI]->(o)
RETURN a, o
```

Hasil yang didapat dari perintah kueri di atas diperlihatkan pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22 Graf yang berisi data anak dan orang tua

Perintah MATCH di atas sebenarnya juga memberikan hasil dalam bentuk teks. Caranya dengan meng-klik pada  yang terdapat pada panel kiri. Hasilnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.23.



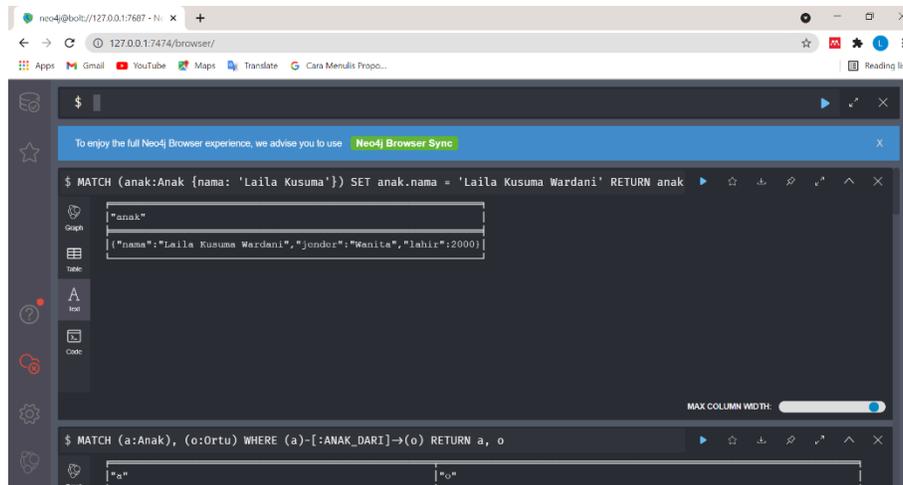
Gambar 2.23 Hasil kueri dalam bentuk teks

d. Pengubahan Data

Data yang sudah terekam di basis data dapat diubah. Sebagai contoh, nama “Laila Kusuma” hendak diganti menjadi “Laila Kusuma Wardani”. Pada keadaan seperti ini klausa SET dan MATCH bisa digunakan dengan bentuk perintah seperti berikut:

```
MATCH (anak:Anak {nama: 'Laila Kusuma'})
SET anak.nama = 'Laila Kusuma Wardani'
RETURN anak
```

Hasilnya dapat terlihat pada Gambar 2.24.



Gambar 2.24 Hasil pergantian data pada nama di simpul anak

Untuk memastikan bahwa perubahan telah dilakukan, kueri berikut bisa dilakukan:

```
MATCH (anak:Anak)
```

```
RETURN anak
```

e. Hapus Simpul

Apabila simpul yang dimasukkan salah dan hendak menghapusnya, maka klausa DELETE pada MATCH bisa digunakan. Sebagai contoh, perintah berikut bisa digunakan untuk menambahkan simpul:

```
CREATE (:Anak {nama: 'Alfiana Indriani', jender: 'Wanita', lahir: 1994})
```

Jika pada simpul tersebut terdapat kesalahan, maka dapat dihapus dengan menggunakan perintah berikut:

```
MATCH (simpul:Anak {nama: 'Alfiana Indriani'}) DELETE simpul
```

Penghapusan simpul tersebut akan ditandai dengan pesan semacam berikut:

```
Deleted 1 node, completed after 8 ms.
```

Pesan “Deleted 1 node” menunjukkan bahwa terdapat satu simpul yang telah dihapus.

f. Hapus Hubungan

Dengan cara seperti pada poin e di atas, hubungan yang terkait dengan simpul tidak akan ikut terhapus. Agar semua hubungan yang terkait dengan simpul tersebut terhapus, maka di depan DELETE perlu ditambahkan perintah DETACH.

Contoh berikut digunakan untuk menghapus simpul yang berisi “Laila Kusuma” beserta hubungan pada simpul tersebut:

MATCH (simpul:Anak {nama: ‘Laila Kusuma’})

DETACH DELETE simpul

Pesan yang ditampilkan semacam berikut:

Deleted 1 node, deleted 2 relationships, completed after 172 ms.

Pesan “Deleted 1 node” menunjukkan bahwa terdapat satu simpul yang dihapus, sedangkan pesan “deleted 2 relationships” menunjukkan bahwa terdapat tiga hubungan yang dihapus.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

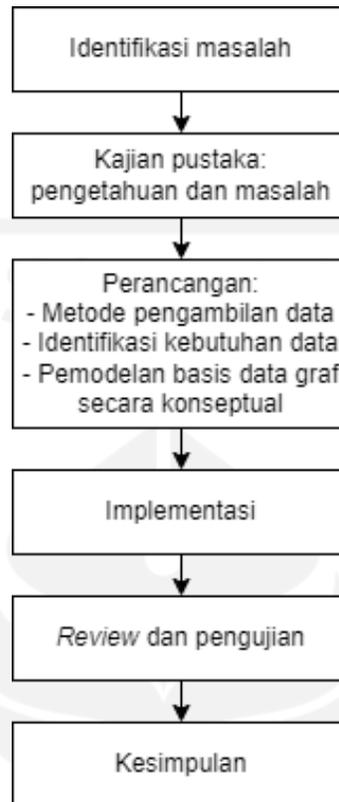
Sebagai salah satu tahapan memperoleh hasil yang baik dalam pembuatan karya ilmiah, penggunaan metode yang tepat harus dipilih sesuai masalah yang akan diteliti. Metode penelitian yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1 Metode Penelitian

Metode merupakan salah satu cara yang diterapkan dalam rangka mencapai suatu tujuan dengan menggunakan teknik dan metodologi tertentu untuk memperoleh keberhasilan dalam penelitian (Rauf, 2016). Dalam mendukung proses pelaksanaan penelitian, pendekatan kualitatif dipilih sebagai metodologi penelitian yang tepat. Lebih lanjut, metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif. Merupakan metode yang bersifat menggambarkan, menguraikan, membandingkan suatu data dan keadaan serta menerangkan suatu keadaan sedemikian rupa agar dapat ditarik kesimpulan (Diba, 2015). Metode analisis deskriptif tidak menggunakan teknik analisis statistik, melainkan analisis tekstual untuk menjawab permasalahan dan tujuan yang hendak dicapai. Metode ini berfungsi untuk melihat hasil penjabaran data silsilah keluarga pada perangkat lunak *microsoft excel*, yang kemudian akan digambarkan dalam basis data graf menggunakan perangkat lunak *open source Neo4j*.

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.1, langkah awal dalam memulai penelitian ini adalah dengan melakukan identifikasi masalah seperti yang telah dijabarkan pada BAB 1. Setelah permasalahan ditentukan, maka perlu adanya proses pendalaman basis pengetahuan untuk mendukung proses pemecahan masalah tersebut melalui studi literatur yang dikemas dalam sebuah kajian pustaka pada BAB 2. Berdasarkan hasil kajian pustaka, penulis memutuskan untuk merancang basis data graf pada data silsilah keluarga dengan menggunakan Neo4j. Selanjutnya peneliti melakukan pengambilan data silsilah keluarga yang akan dijadikan studi kasus dalam penelitian. Langkah ini dijabarkan pada BAB 3 beserta penjelasan mengenai perancangan basis data graf yang mencakup analisis kebutuhan data dan pemodelan basis data graf secara konseptual. Berikutnya pada BAB 4 dilakukan implementasi perancangan basis data graf tersebut menggunakan Neo4j dengan menggunakan data silsilah keluarga yang telah tersedia. Selain

implementasi, pada BAB 4 juga akan dijabarkan proses *review* dan pengujian sebagai langkah akhir sebelum dapat diambil kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 3.1 *Flowchart* alur penelitian

3.2 Metode Pengambilan Data

Pada bagian implementasi, data yang digunakan sebagai studi kasus perancangan basis data graf silsilah keluarga adalah data silsilah keluarga Tiken (Trah K). Data tersebut merupakan data primer yang didapat dari hasil wawancara dengan salah satu anggota keluarga yaitu Eyang Soewarsi. Selama wawancara, informasi dicatat menggunakan perangkat *microsoft excel*. Dikarenakan data yang digunakan merupakan data autentik, maka penulisan nama-nama anggota keluarga hanya berdasarkan inisial. Nama yang hanya Sedangkan beberapa informasi lain seperti, tanggal lahir, tahun lahir, dan alamat ditulis menggunakan tanda *asterisk* (*). Hal ini dilakukan sebagai sarana menjaga kerahasiaan data keluarga untuk menghindari tindak penyalahgunaan yang mungkin terjadi.

Gambar 3.2 menunjukkan nama-nama generasi ke-2 yang merupakan anak-anak dari Canggih Kakung K dan Canggih Putri M. Terdapat sebelas nama yang kemudian dikelompokkan

menjadi empat kategori berdasarkan status hidupnya. Tiga anak yang sudah meninggal namun informasi keluarganya masih diketahui adalah anak pertama, anak kedua dan keempat. Kategori selanjutnya berisi anak yang masih hidup dan informasi keluarganya masih diketahui, yaitu anak keenam dan kesebelas. Berikutnya terdapat lima anak yang sudah meninggal dan informasi masing-masing keluarganya tidak diketahui, yaitu anak ketiga, kelima, ketujuh, kedelapan dan kesepuluh. Terakhir terdapat satu anak yakni anak kesembilan yang hingga sampai saat ini masih hidup namun tidak menikah. Pada generasi ini terdapat dua anak kembar yaitu SMI dan SR.

SILSILAH KETURUNAN KELUARGA TIKEN			
ANAK KETURUNAN DARI CANGGAH K - M			
NAMA-NAMA 11 ANAK EYANG CANGGAH K			
Sudah Meninggal namun Keluarga Masih Jelas	Masih ada Keluarga Masih Jelas	Sudah Meninggal dan Keluarga tidak Diketahui	Masih Hidup Tidak Menikah
1. S	6. SNO	3. SMI	9. WR
2. ST	11. SK	5. W	
4. SR		7. SA	
		8. WD	
		10. R	

Gambar 3.2 Daftar nama-nama generasi ke-2 dari Buyut Karsodikromo

Gambar 3.3 menampilkan informasi dari keluarga anak pertama. Dari pernikahan anak pertama yang berinisial S dengan SSI memiliki 3 orang anak, atau pada silsilah ini posisinya sebagai cucu (generasi ke-3). Ketiga cucu tersebut sudah menikah, yaitu SP dengan IH, NS dengan SW, dan AW dengan LJ. Dari pernikahan SP dan IH melahirkan 2 orang anak, atau pada silsilah ini posisinya sebagai cicit (generasi ke-4), yaitu AI dan LKW. Cicit berinisial AI sudah menikah dengan WAS yang melahirkan seorang cangga (generasi ke-5) berinisial AAA. Berikutnya, pernikahan NS dan SW melahirkan seorang cicit berinisial RDW. Sedangkan pernikahan AW dan LJ melahirkan dua orang cicit berinisial IRP dan HP.

I. S anak pertama menikah dengan SSI	
Domisili W*****	
Lahir di W***** tanggal 4 Agustus 19** berprofesi sebagai dokter spesialis kandungan meninggal tahun 2009	
SSI berprofesi sebagai perawat rumah sakit	
SSI lahir di W***** tanggal 17 Februari 19**	
Melahirkan 3 orang anak	
1. SP menikah dengan IH	3. AW menikah dengan LJ
Domisili W*****	Domisili D****
Lahir di Wonogiri tanggal 7 Januari 19** berprofesi sebagai camat	Lahir di W***** tanggal 10 Desember 19** berprofesi sebagai hr manager indofood
IH berprofesi sebagai guru	LJ berprofesi sebagai pns di bkn
IH lahir di N**** tanggal 20 Juni 19**	LJ lahir di W***** 14 Januari 19**
Melahirkan 2 orang anak	Melahirkan 2 orang anak
1. AI menikah dengan WAS	1. IRP
Lahir di S***** tanggal 16 April 19** berprofesi sebagai pns di dinas pmd	Lahir di J***** tanggal 20 Oktober 20**
WAS berprofesi sebagai dosen	2. HP
WAS lahir di J***** tanggal 17 Juni 19**	Lahir di J***** tanggal 6 Agustus 20**
Melahirkan seorang anak	
1. AAA	
Lahir di S***** tanggal 17 Agustus 20**	
2. LKW	
Lahir di Wono**** tanggal 4 Agustus 20** belum bekerja	
2. NS menikah dengan SW	
Domisili D****	
Lahir di W***** tanggal 14 Mei 19** berprofesi sebagai wirausaha	
SW berprofesi sebagai fotografer	
SW lahir di J***** tanggal 2 Desember 19**	
Melahirkan seorang anak	
1. RDW	
Lahir di J***** tanggal 28 Juli 19** berprofesi sebagai akuntan publik	

Gambar 3.3 Silsilah keluarga anak pertama

Gambar 3.4 menampilkan informasi dari keluarga anak kedua. Anak berinisial ST menikah dua kali. Pernikahan pertama dengan SH melahirkan seorang cucu (generasi ke-3) berinisial KAS. KAS kemudian menikah dengan RW. Pernikahan ini melahirkan dua orang cicit (generasi ke-4) berinisial SAP dan SM. Pernikahan kedua ST yaitu dengan M. Pernikahan kedua ini tidak dikaruniai anak sehingga mengangkat seorang putra berinisial AS. Cucu berinisial AS ini pun menikah sebanyak dua kali. Pernikahan pertama dengan AM tidak dikaruniai anak. Sedangkan pernikahan keduanya dengan NJN dikaruniai seorang anak, atau pada silsilah ini posisinya sebagai cicit (generasi ke-4), berinisial MA.

II. ST anak kedua	
Domisili G*****	
Lahir di Y***** tanggal 24 September 19** berprofesi sebagai tni ad meninggal tahun 2014	
Istri Pertama SH	Istri Kedua M
SH berprofesi sebagai dokter	M berprofesi sebagai ibu rumah tangga
SH lahir di Y***** tahun 19** meninggal tahun 19**	M lahir di S***** tahun 19**
Melahirkan seorang anak	Mengangkat seorang anak
1. KAS menikah dengan RW	1. AS
Domisili B*****	Domisili S*****
Lahir di G***** tahun 19** berprofesi sebagai tni au	Lahir di Y***** tahun 19** berprofesi sebagai polisi
RW berprofesi sebagai wirausaha	Istri Pertama NJN
RW lahir di B***** tahun 19**	NJN berprofesi sebagai dokter umum
Melahirkan 2 orang anak	NJN lahir di M***** tanggal 4 Oktober 19**
1. SAP	Memiliki seorang anak
Lahir di B***** tahun 19** sudah meninggal	1. MA
2. SM	Lahir di S***** tanggal 11 November 20**
Lahir di J***** tahun 20**	

Gambar 3.4 Silsilah keluarga anak kedua

Gambar 3.5 menampilkan informasi dari keluarga anak keempat. SR yang menikah dengan MAAW memiliki dua orang anak, atau pada silsilah ini posisinya sebagai cucu (generasi ke-3), yaitu SW dan TSA. Cucu berinisial SW menikah dengan NS dan melahirkan seorang cicit

berinisial RDW. Sedangkan cucu berinisial TSA yang menikah dengan CD belum memiliki keturunan.

IV. SR anak ketiga menikah dengan MAAW	
Domisili J*****	
Lahir di W***** tanggal 2 Juli 19** berprofesi sebagai ibu rumah tangga meninggal tahun 2010	
MAAW berprofesi sebagai wirausaha	
MAAW lahir di F***** tahun 19** meninggal tahun 2000	
Melahirkan 2 orang anak	
1. SW menikah dengan NS	
Domisili D****	
Lahir di J***** tanggal 2 Desember 19** berprofesi sebagai fotografer	
NS berprofesi sebagai wirausaha	
NS lahir di W***** tanggal 14 Mei 19**	
Melahirkan seorang anak	
1. RDW	
Lahir di J***** tanggal 28 Juli 19** berprofesi sebagai akuntan publik	
2. TSA menikah dengan CD	
Domisili K*****	
Lahir di J***** tanggal 18 September 19** berprofesi sebagai ibu rumah tangga	
CD berprofesi sebagai diaken	
CD lahir di B**** tanggal 1 Mei 19**	
Belum memiliki anak	

Gambar 3.5 Silsilah keluarga anak keempat

Gambar 3.6 menampilkan informasi dari keluarga anak keenam. Pernikahan SNO dengan T melahirkan sepasang anak kembar, atau pada silsilah ini posisinya sebagai cucu (generasi ke-3), yaitu LINS dan LENS. Cucu berinisial LINS menikah dengan ADW. Dari pernikahan ini melahirkan dua orang cicit berinisial LA dan AN. Sedangkan kembarannya yang berinisial LENS menikah dua kali. Pernikahan pertama dengan MH dikaruniai seorang anak, atau pada silsilah ini posisinya sebagai cicit (generasi ke-4), berinisial NSA. Pernikahan kedua dengan D belum dikaruniai keturunan.

VI. SNO anak kelima menikah dengan T	
Domisili W*****	
Lahir di W***** tanggal 5 Maret 19** berprofesi sebagai pensiunan kabit dinas bkkbsp	
T berprofesi sebagai petani	
T lahir di Wonogiri tahun 1950	
Melahirkan anak kembar	
1. LINS menikah dengan ADW	2. LENS
Domisili W*****	Domisili J*****
Lahir di W***** tanggal 14 Mei 19** berprofesi sebagai ibu rumah tangga	Lahir di W***** tanggal 14 Mei 19** berprofesi sebagai ibu rumah tangga
ADW berprofesi sebagai mandor bangunan	Suami pertama MH
ADW lahir di Solo tanggal 29 Januari 1973	MH berprofesi sebagai guru
Memiliki 2 orang anak	MH lahir di W***** tahun 19** meninggal tahun 2008
1. LA	Memiliki seorang anak
Lahir di W***** tanggal 10 November 20**	1. NSA
2. AN	Lahir di J***** tanggal 11 September 20**
Lahir di W***** tanggal 22 Maret 20**	

Gambar 3.6 Silsilah keluarga anak keenam

Silsilah keluarga generasi ke-2 yang terakhir terdapat pada Gambar 3.7. Pada gambar tersebut ditampilkan informasi dari keluarga anak kesebelas berinisial SK. SK menikah sebanyak dua kali. Dengan istri pertama berinisial CS mengangkat seorang anak, atau pada silsilah ini posisinya sebagai cucu (generasi ke-3), berinisial ASK. Sedangkan dengan istri kedua berinisial

IX. WR anak kesembilan							
Domisili J*****							
Lahir di W***** tanggal 25 Juni 19** berprofesi sebagai wirausaha							

Gambar 3.9 Generasi ke-2 yang masih hidup namun tidak menikah

Berdasarkan gambar-gambar di atas didapatkan informasi seperti pada Tabel 3.1. Informasi tersebut berguna untuk mengetahui jumlah simpul dan hubungan apa saja yang akan dirancang pada basis data graf. Pembahasan mengenai penerapan informasi ini ke dalam basis data graf akan dibahas pada bab 4 di bagian implementasi.

Tabel 3.1 Jumlah anggota keluarga

Pengelompokkan Anggota Keluarga		Jumlah Orang
Berdasarkan generasi	Generasi 1	2 orang
	Generasi 2	18 orang
	Generasi 3	22 orang
	Generasi 4	12 orang
	Generasi 5	1 orang
Berdasarkan status hidup	Masih hidup	41 orang
	Meninggal	13 orang
	Tidak diketahui	1 orang
Berdasarkan status keanggotaan dalam keluarga	Keluarga inti	39 orang
	Anak kembar	4 orang
	Keluarga tiri	10 orang
	Anak angkat	2 orang
Total semua anggota keluarga		55 orang

3.3 Perancangan

Perancangan dalam penelitian ini meliputi langkah perancangan basis data graf yang terdiri dari identifikasi kebutuhan data dan pemodelan basis data graf secara konseptual. Tahap perancangan ini penting dilakukan sebagai dasar mencapai tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian.

3.3.1 Identifikasi Kebutuhan Data

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Wonogiri, Drs. Sungkono, MM., silsilah keluarga berisi data keturunan keluarga minimal 3 generasi. Beliau menyatakan, data perorangan yang dimasukkan ke basis data dapat mencakup nama, alamat, tanggal lahir, tempat lahir, jenis kelamin, dan catatan khusus. Sedangkan hubungan yang meliputi suatu keluarga ternyata tidak terbatas hanya pada keluarga inti saja, seperti suami istri dan ibu anak, tetapi termasuk juga hubungan sedarah maupun tidak sedarah. Dimana silsilah keluarga yang lengkap biasanya mencantumkan juga data anak tiri maupun anak angkat (jika ada).

Basis data graf tersusun atas simpul dan sisi. Baik simpul maupun sisi dapat memiliki satu atau lebih atribut yang berisi penjelasan terkait simpul dan sisi tersebut. Dalam konteks pohon keluarga, pembentukan simpul dan sisi sebagai berikut:

- a. Seseorang dimodelkan sebagai simpul (*node*).
- b. Hubungan antar anggota keluarga dimodelkan sebagai sisi (*relationship*). Sisi yang menghubungkan antar simpul digunakan untuk merelasikan hubungan antar tiap individu yang terhubung dalam keluarga tersebut. Sisi dapat mendeklarasikan ikatan antar anggota keluarga. Pada perancangan basis data silsilah keluarga dengan menggunakan graf, terdapat 2 skema hubungan utama yang ditetapkan yaitu hubungan anak_dari dan hubungan menikah_dengan. Berdasarkan hubungan utama anak_dari, dapat dirincikan menjadi hubungan turunan seperti, kakak_dari, cucu_dari, buyut_dari, sepupu_dari, keponakan_dari, kembaran_dari dan menantu_dari. Detail skema hubungan ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Penjelasan terkait jenis hubungan yang digunakan pada perancangan basis data graf silsilah keluarga:

- a. Hubungan menikah_dengan
Didefinisikan dari hubungan yang terjalin antar simpul dalam satu generasi yang terlibat hubungan pernikahan.
- b. Hubungan anak_dari
Didefinisikan dari hubungan ibu dan anak. Simpul asal pada hubungan ini adalah ibu, bukan ayah. Hal ini ditetapkan untuk menghindari adanya kerancuan data yang muncul ketika seorang ayah menikah lebih dari satu kali.
- c. Hubungan kakak_dari

Didefinisikan dari hubungan yang terjalin antar simpul dalam satu generasi yang terlibat hubungan kakak beradik.

d. Hubungan kembar

Didefinisikan dari hubungan yang terjalin antar simpul dalam satu generasi yang terlibat hubungan saudara kembar.

e. Hubungan sepupu_dari

Didefinisikan dari hubungan yang terjalin antar simpul dalam satu generasi yang sama namun berbeda orang tua.

Contoh:

A (generasi 2) adalah anak dari B (generasi 1)

C (generasi 2) adalah anak dari D (generasi 1)

B adalah kakak dari D

Maka dari hubungan tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa A adalah sepupu_dari C.

f. Hubungan keponakan_dari

Didefinisikan dari hubungan yang terjalin antar simpul dari dua generasi dalam satu lingkup keluarga sedarah.

Contoh:

A (generasi 1) adalah kakak dari B (generasi 1)

C (generasi 2) adalah anak dari B (generasi 1)

Maka dari hubungan tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa C adalah keponakan_dari A.

g. Hubungan menantu_dari

Didefinisikan dari hubungan yang terjalin antar simpul dari dua generasi. Yaitu ketika simpul generasi yang berada di bawah bukan berasal dari lingkup keluarga sedarah namun tergabung melalui ikatan perkawinan dengan simpul anak dari generasi di atasnya.

Contoh:

A (generasi 2) adalah anak dari B (generasi 1)

A (generasi 2) menikah dengan C (generasi 2 tidak sedarah)

Maka dari hubungan tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa C adalah menantu_dari B.

h. Hubungan cucu_dari

Didefinisikan dari hubungan kakek dan cucunya. Sehingga terdapat perbedaan 3 generasi.

Contoh:

Ketika A sebagai generasi 1 dan ditetapkan sebagai *root* dalam merancang hubungan ini.

B (generasi 2) adalah anak dari A (generasi 1)

C (generasi 3) adalah anak dari B (generasi 2)

Maka dari hubungan tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa C adalah cucu_dari A.

i. Hubungan buyut_dari

Didefinisikan dari hubungan yang terjalin antara generasi 1 dan generasi 4.

Contoh:

Ketika A sebagai generasi 1 dan ditetapkan sebagai *root* dalam merancang hubungan ini.

B (generasi 2) adalah anak dari A (generasi 1)

C (generasi 3) adalah anak dari B (generasi 2)

D (generasi 4) adalah anak dari C (generasi 3)

Maka dari hubungan tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa D adalah buyut_dari A.

Terdapat satu komponen lain yang melekat simpul dan sisi, yaitu label. Label digunakan sebagai media pengelompokkan simpul dan sisi. Sehingga dalam kasus keluarga besar yang di dalamnya dapat terbagi menjadi beberapa keluarga inti, maka label juga dapat dibedakan sesuai kebutuhan silsilah yang ada.

Tabel 3.2 Sisi dan simpul pada basis data graf

Data	Tipe	Property	Jenis Hubungan	
			Hubungan Utama	Hubungan Turunan
Seseorang	Simpul	<ul style="list-style-type: none"> • Nama • Alamat • Tanggal lahir • Tempat lahir • Jenis kelamin • Catatan khusus 		
Hubungan	Sisi	Peran	<ul style="list-style-type: none"> • Menikah_dengan • Anak_dari 	<ul style="list-style-type: none"> • Kakak_dari • Adik_dari • Kembar • Sepupu_dari • Keponakan_dari • Menantu_dari • Cucu_dari • Buyut_dari

3.3.2 Pemodelan Basis Data Graf secara Konseptual

Dari sisi pemodelan ERD, terdapat satu buah entitas yaitu seseorang. Sedangkan hubungan akan menjadi sisi atau *relationships*. Sisi menghubungkan antara satu simpul (seseorang) dengan simpul lainnya.

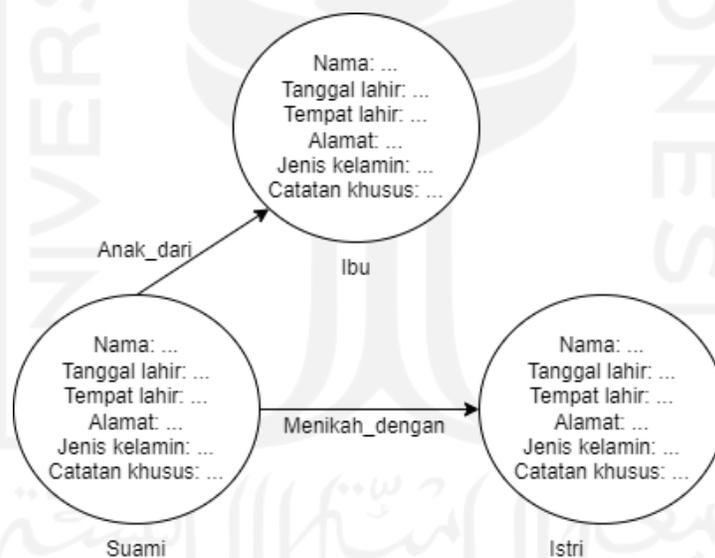
Gambar 3.10 ERD hubungan *one to one*

Secara umum, terkait dengan sisi, setiap anggota keluarga memiliki hubungan *one to one* dengan satu anggota keluarga lainnya. Ditunjukkan pada Gambar 3.10. Namun jika meninjau pada data silsilah keluarga Keluarga Tiken yang terdapat pada Gambar 3.2 sampai dengan Gambar 3.9, terdapat kemungkinan seseorang memiliki lebih dari satu hubungan dengan orang lain. Misalnya, ST yang memiliki dua istri, yaitu SH dan M. Sehingga untuk kasus tertentu hubungan antar orang dalam sebuah silsilah keluarga bisa jadi *one to many* seperti pada Gambar 3.11.



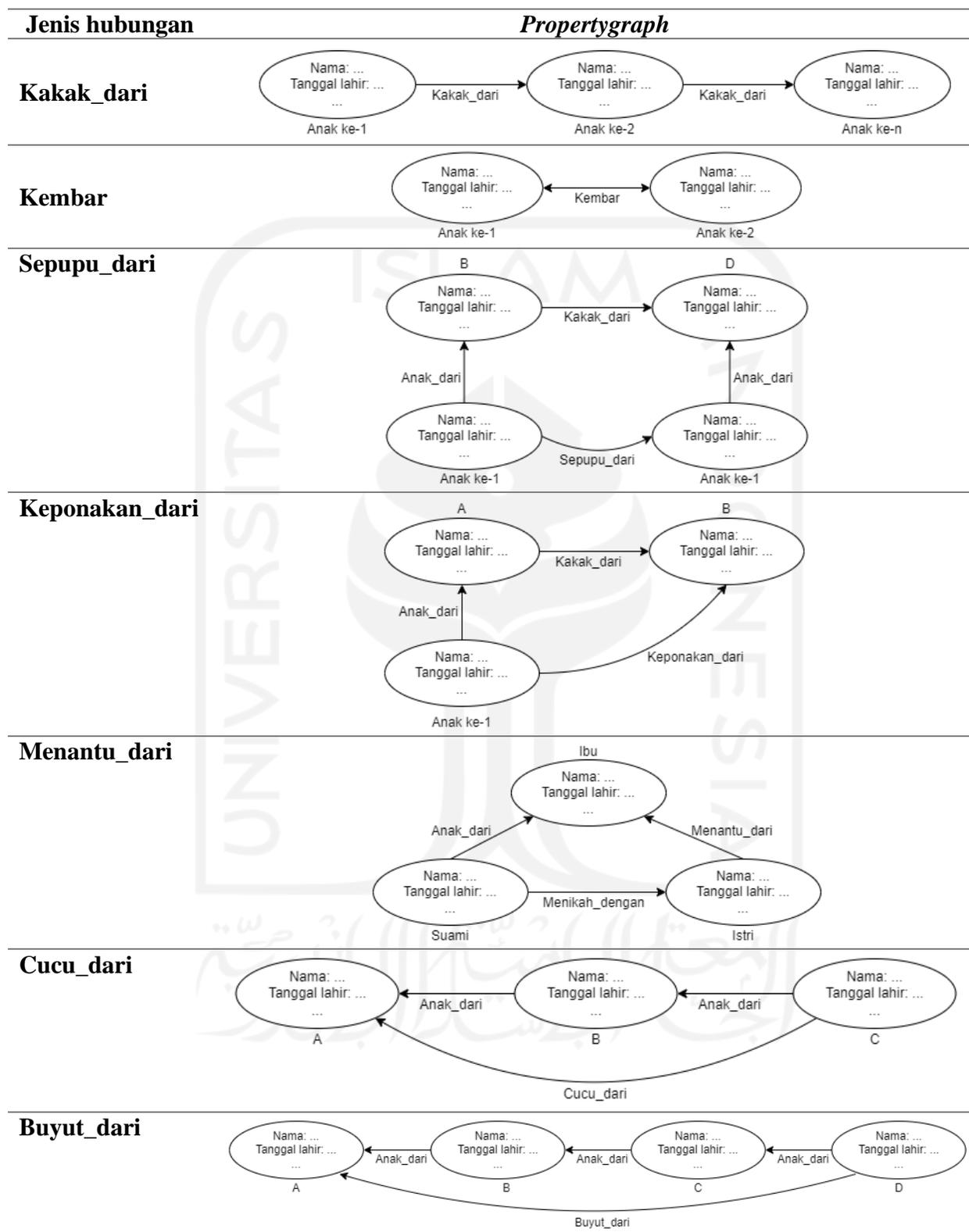
Gambar 3.11 ERD hubungan *one to many*

Setelah ERD dimodelkan, maka kemudian didapatkan hasil rancangan model *propertygraph* silsilah keluarga yang dapat diterapkan pada semua kemungkinan silsilah keluarga seperti pada Gambar 3.12. Pada gambar tersebut terdapat simpul utama yang saling berhubungan. Dimana simpul tersebut mendeklarasikan individu dengan properti sama atau memiliki sifat yang sama. Sedangkan hubungan yang mendeklarasikan ikatan antar individu memiliki arah yang menunjukkan bahwa individu satu memiliki jenis ikatan tertentu dengan individu lainnya yang terhubung. Hasil perancangan model *propertygraph* ini nantinya dapat ditarik *logic* untuk menentukan hubungan turunan. Misalnya, ketika A anak dari B dan B anak dari C, maka dapat disimpulkan A merupakan *cucu_dari* C. Selain itu, misalnya A anak dari B dan C anak dari D maka A merupakan *sepupu_dari* C.



Gambar 3.12 Rancangan *propertygraph* skema utama silsilah keluarga

Setelah rancangan *propertygraph* utama ditentukan, maka dapat digambarkan pula rancangan *propertygraph* turunan sesuai definisi yang telah dijelaskan. Rancangan tiap-tiap *propertygraph* turunan dapat dilihat pada Tabel 3.3. Hasil perancangan inilah yang nantinya dapat diimplementasikan ke dalam Neo4j sesuai data keluarga yang tersedia.

Tabel 3.3 Rancangan *propertygraph* skema turunan silsilah keluarga

3.4. Implementasi

Tahap implementasi dilakukan dengan memodelkan skema *propertygraph* sesuai studi kasus data silsilah keluarga yang tersedia, yakni data silsilah Keluarga Tiken. Setelah didapatkan skema apa saja yang akan digunakan sebagai dasar penyusunan basis data graf pada silsilah keluarga, maka selanjutnya akan dilakukan implementasi skema tersebut terhadap studi kasus (Silsilah Keluarga Tiken). Sistem manajemen basis data yang dipilih sebagai *tools* adalah Neo4j. Pemanfaatan Neo4j didasarkan pada model data multigraf terarah yang memiliki *labels* juga *property keys* yang dapat berupa simpul maupun sisi (Femy P.F et al., 2016). Pada Neo4j, simpul dan sisi dapat diubah. Tetapi terdapat identitas yang di-*maintained* oleh DBMS. *Labels* dan *property keys* adalah string, nilai properti dapat bertipe data java primitif dan string atau array dari keduanya. Pada tahap ini akan terlihat visualisasi satuan dasar yang membentuk graf, yakni simpul dan sisi. Implementasi ini penting untuk menunjukkan pemodelan *propertygraph* yang dirancang telah sesuai untuk menampilkan visualisasi silsilah keluarga yang ada.

3.5. Review dan Pengujian

Peninjauan ulang dilakukan untuk memastikan model basis data graf yang dirancang pada *propertygraph* dapat diimplementasikan dengan baik menggunakan basis data yang dipilih, yakni Neo4j. Proses *review* dijalankan melalui pengujian kueri untuk menguji simpul dan skema-skema yang telah dimodelkan. Pengujian kueri pada simpul dilakukan sebanyak 10 kali untuk menampilkan simpul-simpul sesuai kategori. Terdiri dari:

- a. Pengujian simpul generasi 1 sampai dengan generasi 5. Pengujian simpul generasi ini dilakukan untuk memvisualisasikan apakah individu telah dikelompokkan sesuai dengan generasinya. Pengelompokan berdasarkan generasi inilah yang nantinya digunakan sebagai parameter penulisan baris perintah untuk membangun graf keluarga secara utuh.
- b. Pengujian simpul anggota keluarga yang sudah meninggal dan pengujian simpul anggota keluarga yang tidak diketahui informasinya. Pada graf silsilah keluarga, di bagian simpul, terdapat properti 'catatan khusus' yang memuat informasi mengenai status hidup seseorang yang sudah meninggal atau tidak ada informasi mengenai orang tersebut. Untuk mengeksplisitkan informasi ini, maka perlu kemudian diuji apakah informasi tersebut telah

melekat dan sesuai dengan individu yang bersangkutan atau tidak. Sehingga tidak terjadi *miss information* dalam visualisasi graf silsilah keluarga.

- c. Pengujian simpul anggota keluarga tiri, pengujian simpul anak angkat dan pengujian simpul anak kembar. Pengujian ketiga simpul tersebut dilakukan untuk memberi tanda khusus yang berbeda dari kategori generasi yang sudah dikelompokkan sebelumnya. Dengan adanya pelabelan baru yang digunakan untuk pengujian simpul-simpul tersebut, maka pewarnaan pada simpul saat divisualisasikan juga akan berbeda. Sehingga memudahkan dalam pencarian informasi.

Sedangkan pengujian kueri pada skema hubungan yang dimodelkan pada Subbab 4.1 dilakukan sebanyak 11 kali untuk menampilkan kesesuaian hubungan pada tiap-tiap skema yang telah dimodelkan. Pengujian tersebut terdiri dari:

- a. Pengujian skema hubungan Keluarga S, pengujian skema hubungan Keluarga ST, pengujian skema hubungan Keluarga SR, pengujian skema hubungan SNO, pengujian skema hubungan SK. Pengujian skema hubungan ini untuk membuktikan bahwa *propertygraph* yang dimodelkan untuk tiap-tiap keluarga dapat dibuktikan dengan jenis ikatan yang tepat. Pengujian terhadap masing-masing keluarga generasi ke-2 ini dapat menjadi sarana penyederhanaan graf silsilah keluarga yang awalnya terlihat sangat kompleks. Sehingga informasi yang diperoleh dapat lebih spesifik dan lebih jelas.
- b. Pengujian skema hubungan pasangan generasi 1 sampai generasi 4. Jika pada pengujian simpul hanya menampilkan visualisasi nama saja, namun pada pengujian ini akan terlihat hubungan antar simpul pada tiap generasi tersebut seperti, siapakah istri dari A, siapakah suami dari B, dan seterusnya. Pengujian ini dapat memberikan informasi spesifik ketika pemilik data hanya ingin visualisasi data graf anggota keluarga yang sudah menikah atau anggota keluarga yang menikah lebih dari satu kali.
- c. Pengujian skema hubungan anggota keluarga tiri dan pengujian skema hubungan anggota keluarga kembar. Ketika simpul anggota tiri dan simpul anggota keluarga kembar sudah diuji, maka kemudian skema hubungannya juga dapat diuji. Pengujian ini akan menunjukkan bahwa simpul-simpul tersebut benar saling terhubung dan terbentuk karena memiliki ikatan saudara kembar atau terhubung dan terbentuk karena berasal dari pernikahan yang menghasilkan keturunan bukan dari darah daging keluarga tersebut atau disebut dengan anggota keluarga tiri.

Setelah melakukan pengujian kueri, maka akan dilakukan wawancara kembali dengan anggota dari keluarga yang data silsilahnya digunakan sebagai studi kasus pada penelitian ini. Wawancara ini bertujuan untuk mendapat *feedback* dari perancangan basis data yang telah dilakukan. Pengujian yang terakhir yang dilakukan adalah pengujian performa menggunakan *write/read latency* dan *query execution time*. Dimana *write/read latency* adalah penundaan waktu yang dimulai dari penulisan perintah sampai dengan perintah siap dieksekusi. Sedangkan *query execution time* adalah waktu yang diperlukan dari suatu perintah siap dieksekusi sampai perintah tersebut berhasil dieksekusi. Pengujian ini sebagai sarana untuk melihat sejauh mana performa graf, dengan menggunakan Neo4j, dalam menyajikan data sesuai perintah yang diberikan. Pengkategorisasian hasil pengujian performa tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Penilaian performa

Sumber: Radney, 2015

Values	Time average
Good	< 10 ms
Okay	10 – 20 ms
Bad	20 – 50 ms
Seriously bad	> 50 ms

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

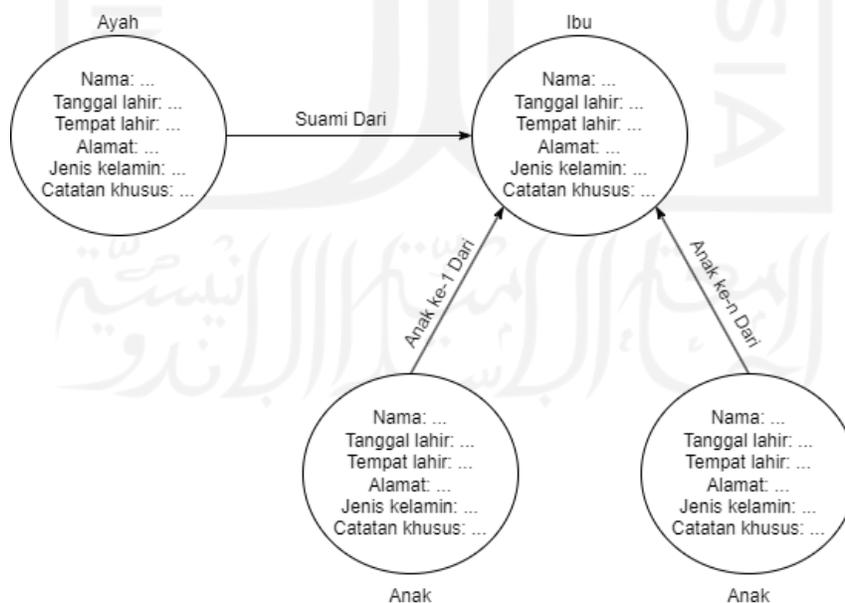
Pada bab ini akan diuraikan hasil dan pembahasan mengenai hasil implementasi perancangan yang telah dituangkan dalam metode penelitian. Hasil yang didapatkan merupakan keluaran dari pembangunan basis data graf pada Neo4j.

4.1 Pemodelan *Propertygraph* Silsilah Keluarga Studi Kasus Keluarga Tiken

Setelah konsep *propertygraph* silsilah keluarga didefinisikan seperti pada Gambar 3.12 dan data silsilah keluarga yang tersedia, maka dapat dimodelkan skema perancangan *propertygraph*-nya sebagai berikut:

a. Skema *propertygraph* untuk visualisasi data keluarga utuh

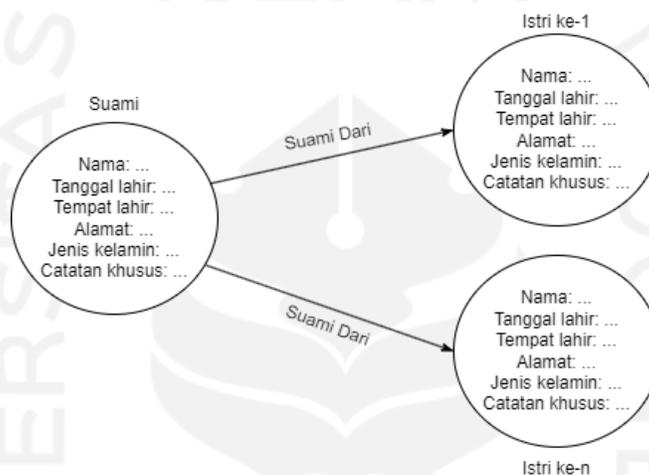
Untuk skema ini akan dilakukan pemodelan perancangan basis data graf keluarga yang memuat simpul ayah, ibu, dan anak. Pada simpul tersebut termuat seluruh properti yang mendukung informasi tiap-tiap anggota keluarga. Hubungan yang menyertai simpul-simpul tersebut diantaranya ikatan suami istri dan ikatan ibu anak. Gambar 4.1 menunjukkan pemodelan untuk skema ini. Apabila pemodelan ini diterapkan pada data silsilah keluarga, maka akan menampilkan visualisasi graf keluarga utuh.



Gambar 4.1 Skema *propertygraph* keluarga utuh

b. Skema *propertygraph* untuk masing-masing generasi

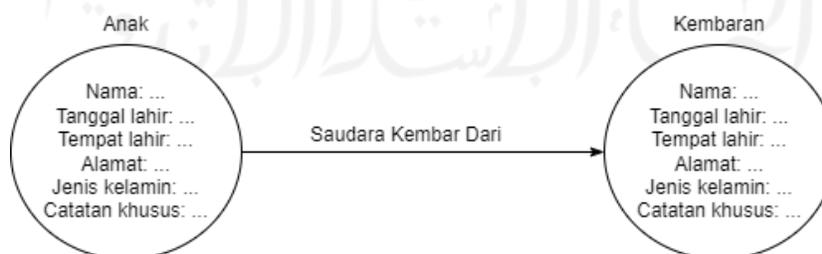
Skema ini perlu dirancang pada silsilah keluarga kompleks sehingga masing-masing pasangan suami-istri dapat dibedakan berdasarkan generasinya. Pengelompokan berdasarkan generasi ini dapat memudahkan salah satunya dalam penentuan ahli waris karena pemetaan suami istri akan terlihat lebih jelas. Baik pemetaan anggota keluarga yang memiliki satu atau lebih pasangan maupun anggota keluarga yang masih hidup atau sudah meninggal. Pemodelan skemanya terlihat pada Gambar 4.2. Pada skema ini, hubungan yang akan tervisualisasi adalah hubungan suami istri saja.



Gambar 4.2 Skema *propertygraph* tiap generasi

c. Skema *propertygraph* untuk saudara kembar

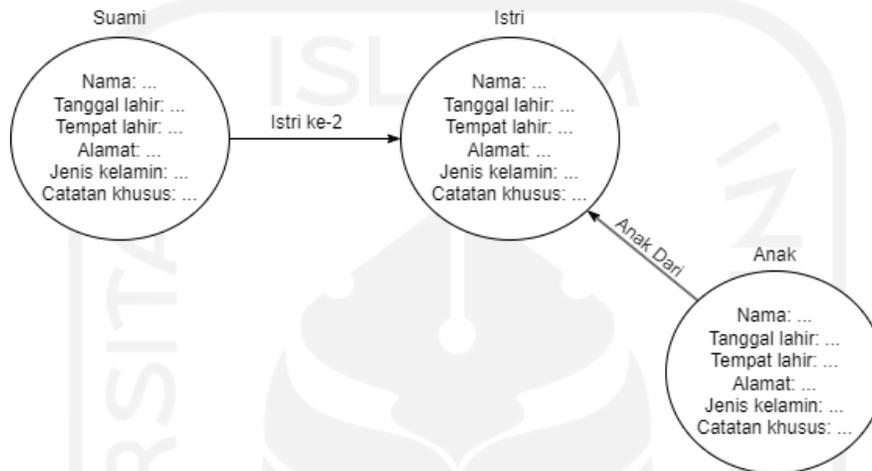
Skema ini dirancang untuk menunjukkan hubungan unik dalam data silsilah keluarga. Ketika terdapat anak kembar dalam sebuah silsilah keluarga, maka hubungannya dapat diidentifikasi atas label tertentu yang lebih spesifik. Dalam penelitian ini label yang digunakan adalah label 'Saudara Kembar Dari'. Pemodelan skema ini terlihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Skema *propertygraph* saudara kembar

d. Skema *propertygraph* untuk keluarga tiri

Skema ini merujuk pada anggota yang menjadi bagian dari keluarga melalui pernikahan kedua dan anak-anak yang terlahir dari pernikahan tersebut. Masih berkaitan dengan penentuan ahli waris, maka perlu untuk dilakukan pula identifikasi anggota keluarga mana saja yang merupakan anggota tiri. Hal ini karena tentu terdapat perbedaan pembagian warisan antara keluarga asli dengan keluarga tiri. Pemodelan skema ini terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Skema *propertygraph* keluarga tiri

4.2 Implementasi

Perancangan basis data graf menggunakan Neo4j diawali dengan mengaktifkan Neo4j menggunakan *Command Prompt* pada Windows. Perintah yang diberikan adalah `bin\neo4j console`. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa Neo4j telah aktif.

```

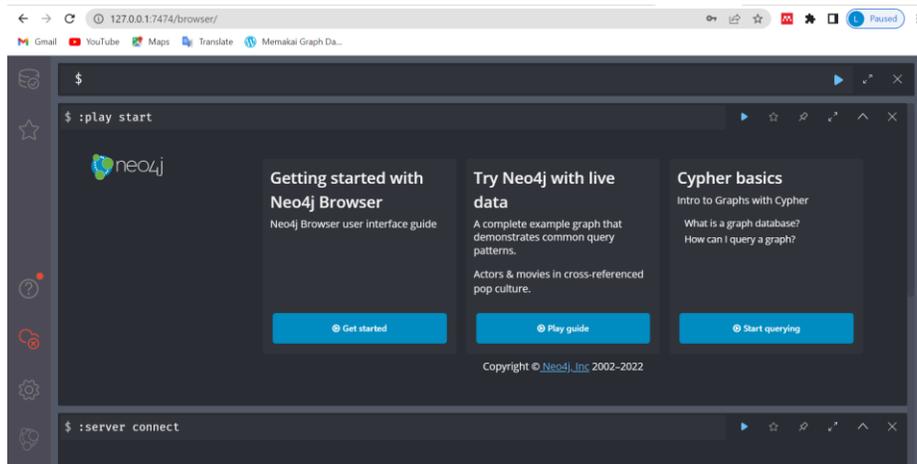
Microsoft Windows [Version 10.0.22000.978]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Imrorul Hidayati>D:
D:\>CD D:\neo4j
D:\neo4j>bin\neo4j console
2022-10-06 10:33:05.525+0000 INFO ===== Neo4j 3.5.28 =====
2022-10-06 10:33:05.564+0000 INFO Starting...
2022-10-06 10:33:13.701+0000 INFO Bolt enabled on 127.0.0.1:7687.
2022-10-06 10:33:17.555+0000 INFO Started.
2022-10-06 10:33:20.373+0000 INFO Remote interface available at http://localhost:7474/

```

Gambar 4.5 Hasil eksekusi perintah Neo4j *console*

Neo4j mendukung penggunaan *browser* untuk melakukan *query* terhadap basis data graf. *Browser* tersebut diaktifkan melalui pemanggilan <http://127.0.0.1:7474>. Gambar 4.6 menunjukkan tampilan dimana *query* terhadap basis data dapat dilakukan.



Gambar 4.6 Laman awal *browser* Neo4j siap digunakan

4.2.1 Pembuatan Simpul

Tahap perancangan selanjutnya setelah mengaktifkan Neo4j adalah pembuatan simpul. Simpul pada studi kasus ini memuat informasi mengenai tiap-tiap anggota keluarga. Berdasarkan Tabel 3.2 silsilah keluarga, maka didapatkan jumlah simpul secara keseluruhan berjumlah 55 simpul. Dari jumlah simpul tersebut dikategorikan kembali dengan simpul yang berbeda menjadi:

- a. Simpul Generasi1
- b. Simpul Generasi2
- c. Simpul Generasi3
- d. Simpul Generasi4
- e. Simpul Generasi5
- f. Simpul SudahMeninggal
- g. Simpul TidakDiketahui
- h. Simpul AnggotaKeluargaTiri
- i. Simpul AnakAngkat
- j. Simpul Kembar

Properti yang mengikuti satu simpul disesuaikan dengan informasi yang dimiliki oleh tiap-tiap orang. Gambar 4.7 menunjukkan contoh perintah yang perlu diberikan untuk membuat simpul. Pada gambar tersebut, terdapat perintah CREATE untuk membuat simpul dengan label Generasi1. Pada simpul tersebut terdapat properti nama, jenis kelamin, posisi dan catatan khusus.

```
CREATE (:Generasi1 {nama:'Karsodikromo', jenis_kelamin:'Pria',
posisi:'canggih kakung', catatan_khusus:'Sudah meninggal'})
```

Gambar 4.7 Perintah pembuatan simpul

Apabila seseorang memiliki lebih dari satu label, maka perlu ditambahkan label baru. Seperti pada simpul Karsodikromo yang ternyata juga termasuk dalam label SudahMeninggal. Perintah yang perlu diberikan dalam menambahkan label baru terlihat pada Gambar 4.8. Pada gambar tersebut terdapat perintah MATCH untuk mengambil data simpul dan properti yang diinginkan. Sedangkan perintah SET untuk menambah atau memperbarui label.

```
MATCH (Generasi1:Generasi1 {nama: 'Karsodikromo'})
SET Generasi1:SudahMeninggal
```

Gambar 4.8 Perintah penambahan label baru

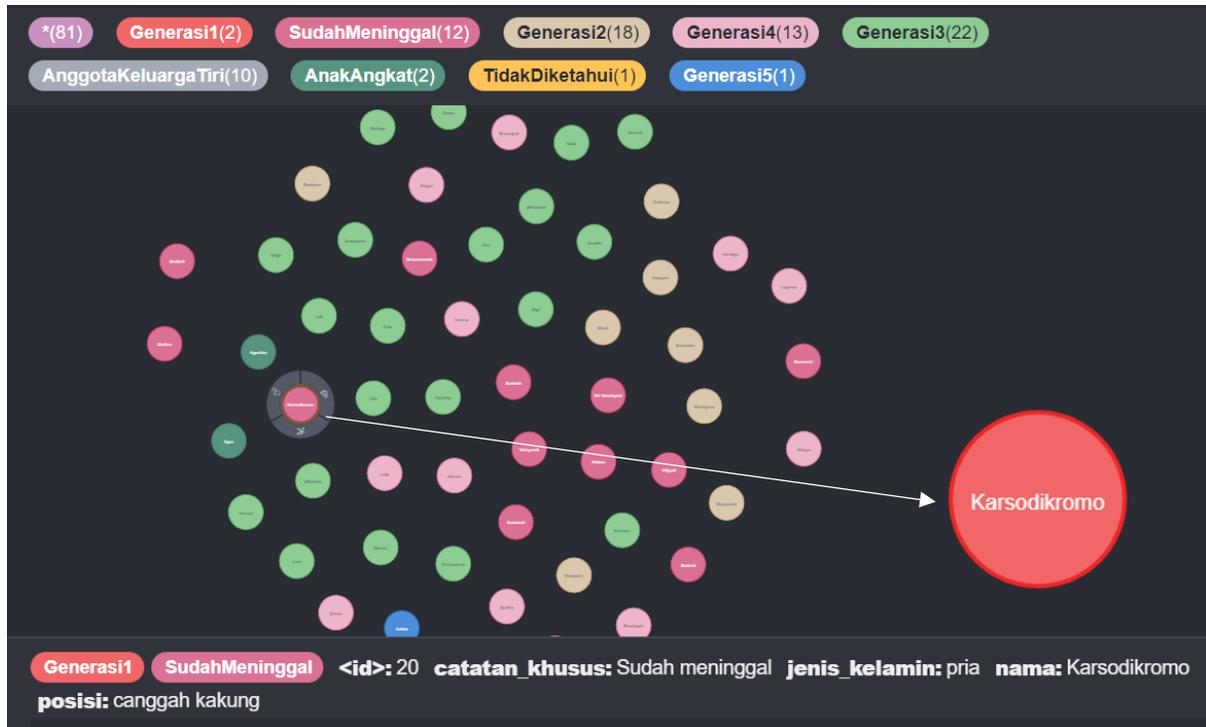
Perintah pada Gambar 4.7 perlu dilakukan berulang-ulang hingga semua data anggota keluarga ter-*record* dalam basis data. Ini perlu dilakukan dengan teliti untuk mengurangi kesalahan informasi dan kemungkinan pengubahan data yang dapat memakan waktu. Setelah semua data dikuerikan, maka kita dapat melihat keseluruhan simpul dengan perintah seperti pada Gambar 4.9. Pada gambar tersebut digunakan perintah MATCH untuk mengambil data simpul-simpul yang akan ditampilkan, perintah RETURN untuk mengembalikan hasil kueri dan LIMIT untuk menentukan besaran lingkup simpul yang akan ditampilkan

```
MATCH (n) RETURN n LIMIT 60
```

Gambar 4.9 Perintah menampilkan semua simpul

Dari perintah pada Gambar 4.9, Neo4j akan menampilkan semua simpul dari semua label. Setiap label akan ditampilkan dengan warna yang berbeda sehingga memudahkan dalam pencarian data. Gambar 4.10 menampilkan visualisasi dari seluruh simpul data silsilah Keluarga Tiken.

Terdapat satu simpul yang di perbesar untuk memperlihatkan bentuk simpul yang menjadi hasil visualisasi pada Neo4j. Pada bagian bawah gambar terdapat informasi mengenai simpul yang dipilih. Dimana informasi tersebut diperoleh sesuai dengan data properti simpul yang dikuerikan.



Gambar 4.10 Visualisasi simpul dari semua label

4.2.2 Pembuatan Hubungan

Tahap perancangan terakhir setelah seluruh simpul terbentuk adalah pembuatan hubungan/*relationship*. Sama seperti pembuatan simpul, label juga diperlukan untuk menamai satu hubungan. Tabel 3.2 menunjukkan jenis hubungan apa saja yang ada pada silsilah Keluarga Tiken. Gambar 4.11 menunjukkan contoh perintah yang perlu diberikan untuk membuat hubungan. Pada gambar tersebut, terdapat perintah MATCH untuk mengambil data simpul sesuai label yang diinginkan. Pada gambar tersebut akan mengambil data dari simpul berlabel Generasi1. Perintah WHERE diberikan untuk menyaring data yang akan diambil. Dalam gambar ini data yang disaring adalah data properti nama. Selanjutnya perintah CREATE digunakan untuk membuat hubungan dengan simpul STATUS_HUBUNGAN yang memiliki satu properti bernama 'peran'.

```

MATCH (g1:Generasil), (g:Generasil)
WHERE g1.nama = 'Karsodikromo' AND
      g.nama = 'Mukarommah'
CREATE (g1)-[:STATUS_HUBUNGAN {peran: ['Suami Dari']}]>(g)

```

Gambar 4.11 Perintah pembuatan hubungan

Perintah pada Gambar 4.11 perlu dilakukan berulang-ulang hingga semua anggota keluarga terhubung dengan anggota keluarga lainnya. Label `:STATUS_HUBUNGAN` digunakan sebagai penanda bahwa secara keseluruhan anggota keluarga terhubung melalui label tersebut. Juga berguna untuk mempermudah dalam melakukan *review* ketika ingin meninjau hubungan antar anggota keluarga lainnya yang lebih spesifik.

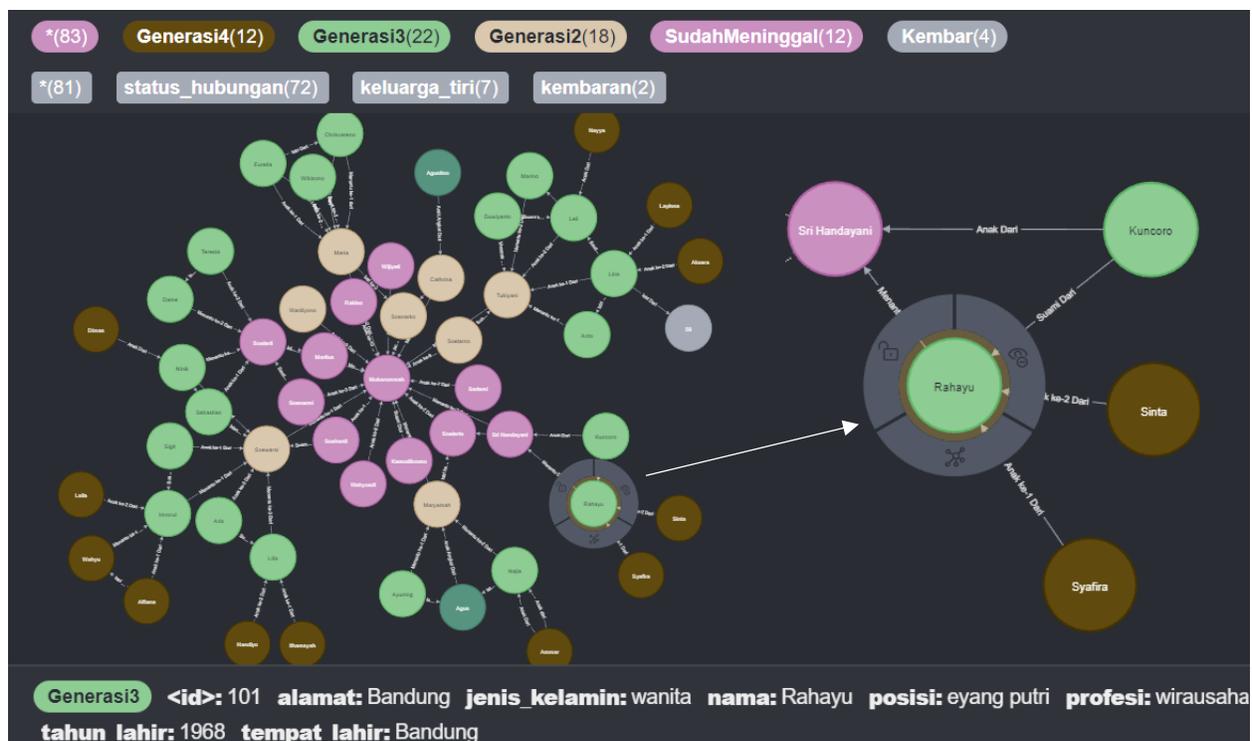
Setelah seluruh hubungan dikuerikan, maka visualisasi graf utuh yang sudah terdapat hubungan di dalamnya dapat tervisualisasikan seperti pada Gambar 4.13. Perintah untuk menampilkan seluruh hubungan yang sudah dikuerikan terlihat pada Gambar 4.12. Sama seperti pada saat menampilkan simpul, perintah `MATCH` diberikan untuk mengambil satu simpul beserta hubungan yang akan ditampilkan. Sintak `'p = () → ()'` menunjukkan bahwa data yang akan ditampilkan memuat hubungan satu simpul dengan simpul lainnya.

```

MATCH p=()>() RETURN p LIMIT 100

```

Gambar 4.12 Perintah menampilkan graf



Gambar 4.13 Visualisasi Utuh Graf Keluarga Tiken

4.3 Review dan Pengujian

Rancangan basis data graf yang terdiri dari pembuatan simpul dan hubungan perlu dilakukan *review*. *Review* dilakukan melalui uji kueri untuk mendapatkan hasil pembuktian skema-skema yang dimodelkan pada perancangan.

4.3.1 Pengujian Simpul

Data simpul yang ditunjukkan pada Gambar 4.10 dapat diuji untuk kemudian didapatkan hasil sesuai kategorisasinya. Kategorisasi yang digunakan untuk pengujian adalah sebagai berikut:

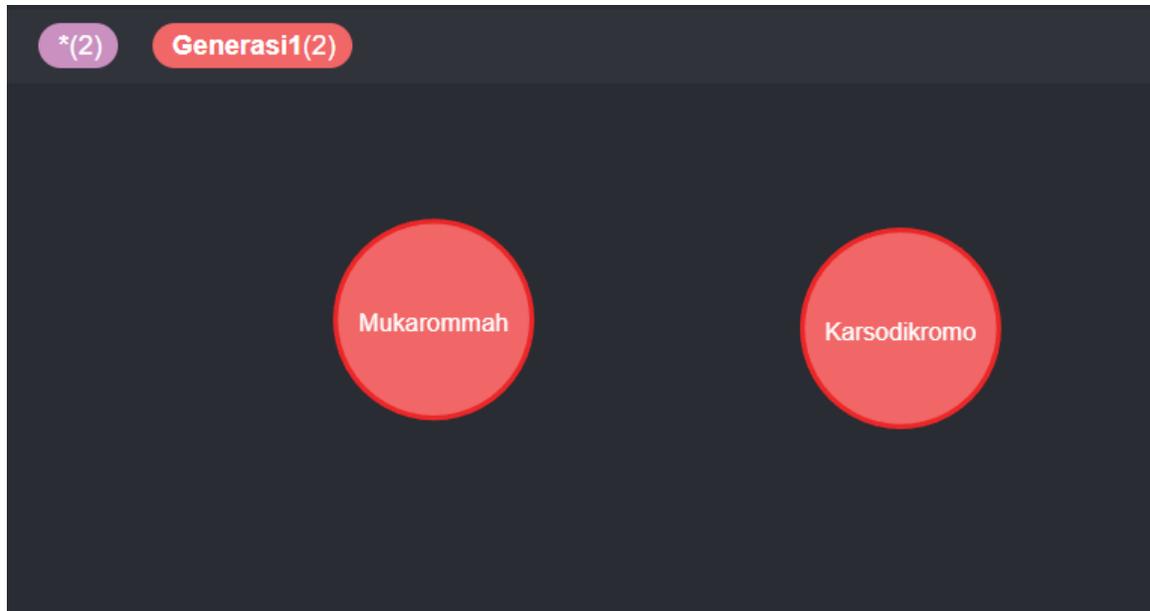
a. Simpul Generasi1

Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang termasuk dalam generasi satu. Gambar 4.14 menunjukkan perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut.

```
MATCH (n:Generasi1) RETURN n LIMIT 25
```

Gambar 4.14 Perintah menampilkan simpul Generasi1

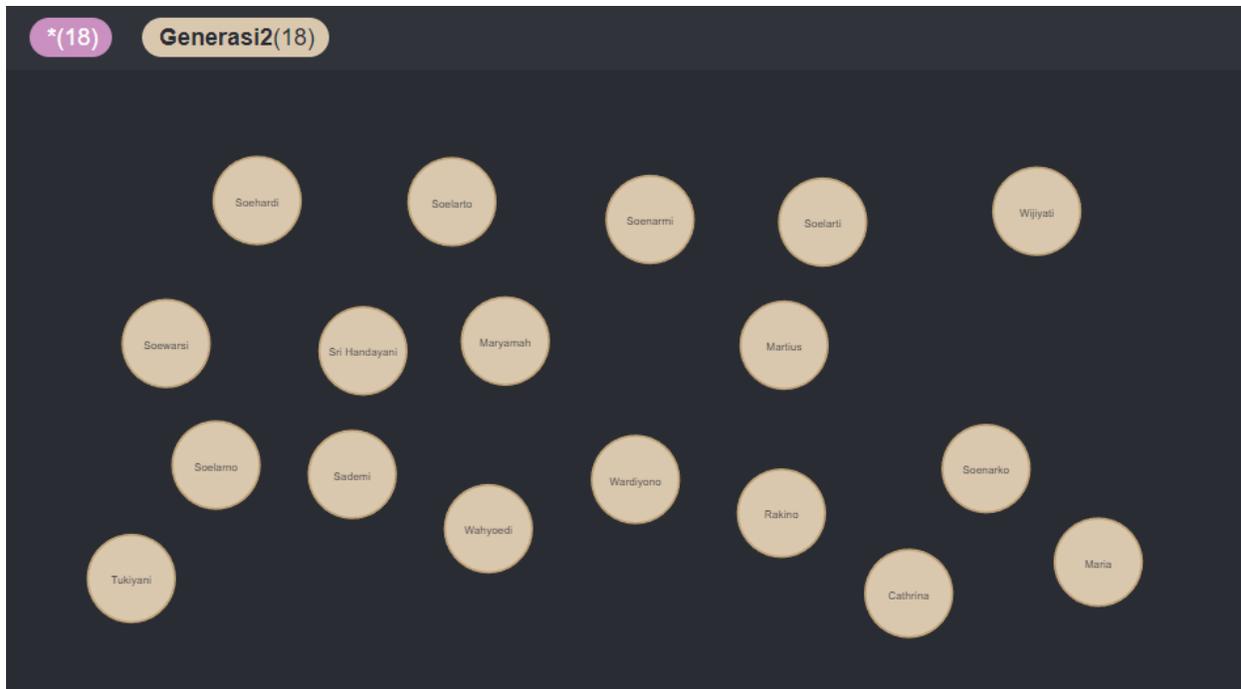
Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat dua anggota keluarga pada generasi satu. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Visualisasi simpul generasi satu

b. Simpul Generasi2

Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang termasuk dalam generasi dua. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :Generasi2. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.2 dimana terdapat delapan belas anggota keluarga pada generasi dua. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Visualisasi simpul generasi dua

c. Simpul Generasi3

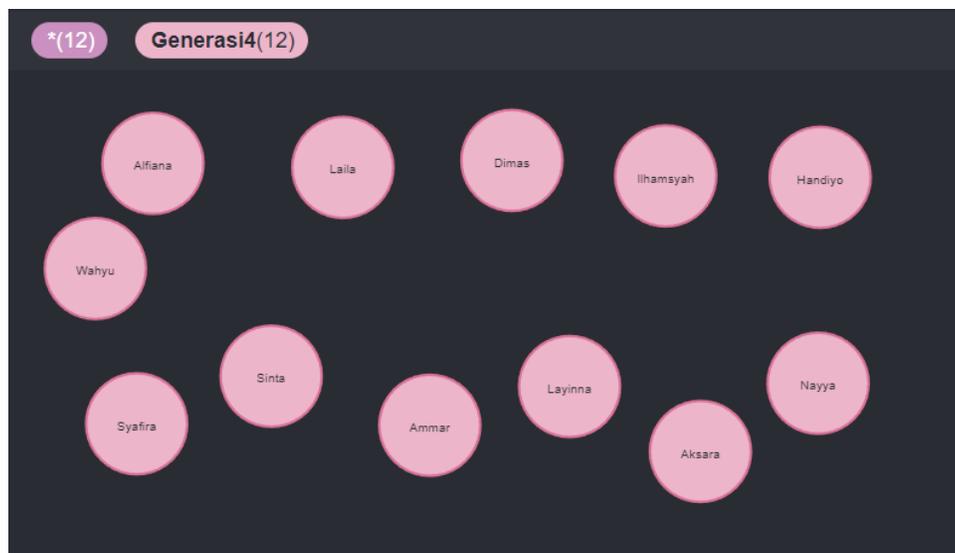
Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang termasuk dalam generasi tiga. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :Generasi3. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat dua puluh dua anggota keluarga pada generasi tiga. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Visualisasi simpul generasi tiga

d. Simpul Generasi4

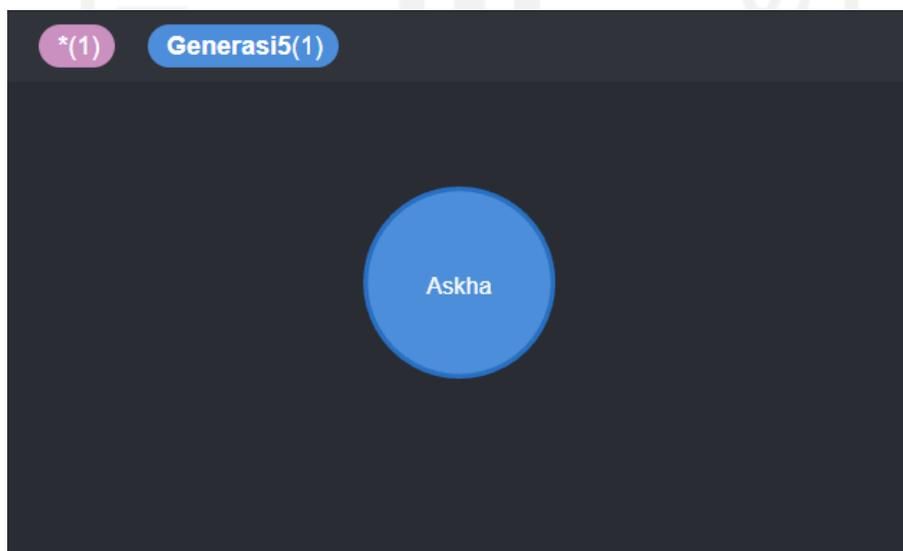
Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang termasuk generasi empat. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :Generasi4. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat dua belas anggota keluarga pada generasi empat. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Visualisasi simpul generasi empat

e. Simpul Generasi5

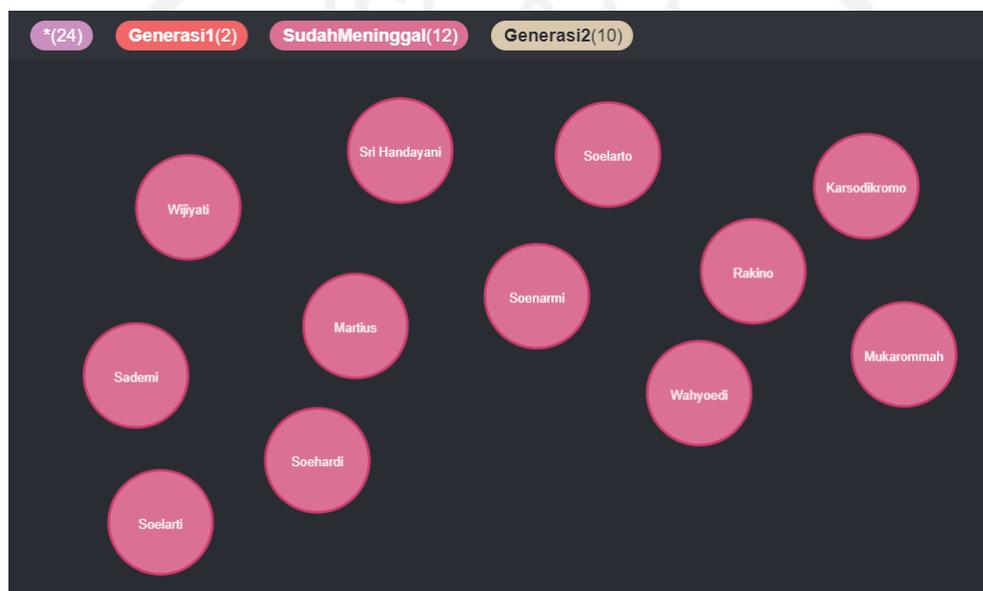
Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang termasuk dalam generasi lima. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :Generasi5. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat satu anggota keluarga pada generasi lima. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Visualisasi simpul generasi lima

f. Simpul SudahMeninggal

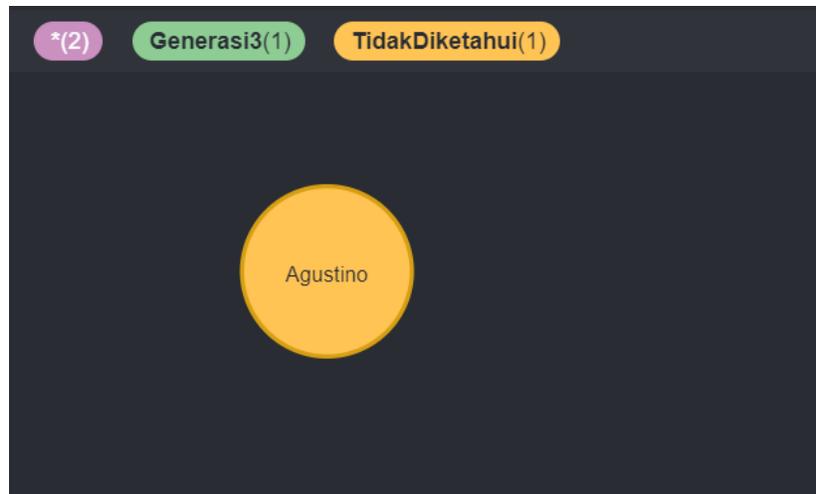
Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang sudah meninggal. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :SudahMeninggal. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat dua belas anggota keluarga yang sudah meninggal dunia. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Visualisasi simpul anggota keluarga yang sudah meninggal

g. Simpul TidakDiketahui

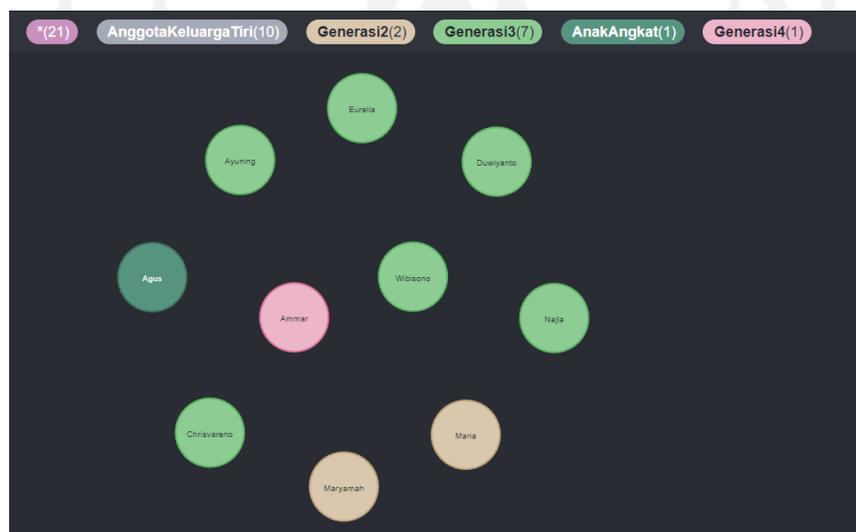
Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang tidak diketahui informasinya. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :TidakDiketahui. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat satu anggota keluarga yang keberadaannya atau informasi mengenai dirinya tidak diketahui keluarga lain. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Visualisasi simpul anggota keluarga yang tidak diketahui

h. Simpul AnggotaKeluargaTiri

Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang tergabung dalam keluarga atas pernikahan kedua. Baik karena perceraian atau karena istri/suami pertamanya meninggal dunia. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :AnggotaKeluargaTiri. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat sepuluh anggota keluarga yang termasuk dalam keluarga tiri. Dari generasi kedua terdapat 2 orang, generasi ketiga tujuh orang dan generasi keempat satu orang. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Visualisasi simpul keluarga tiri

i. Simpul AnakAngkat

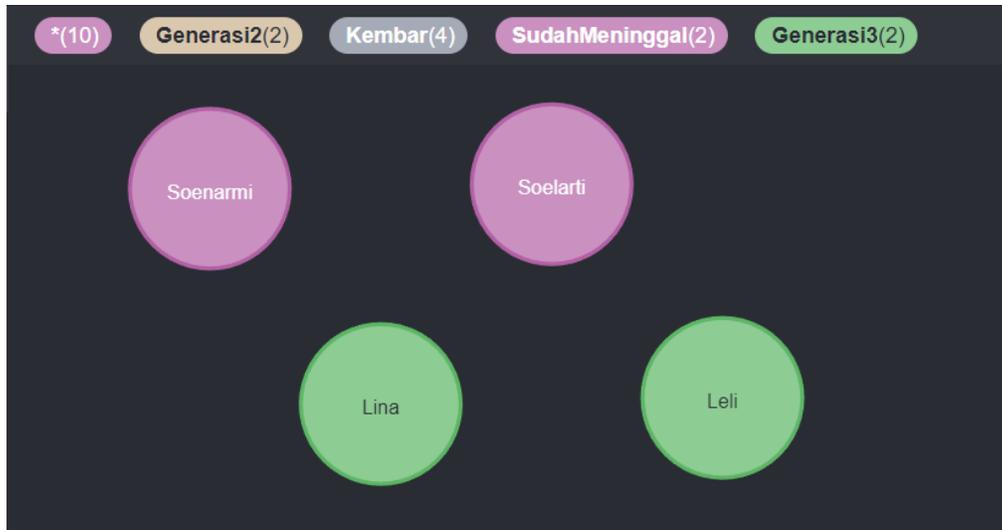
Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang tidak berasal dari darah daging asli anggota Keluarga Tiken. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :AnakAngkat. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat dua anggota keluarga yang bukan merupakan keturunan asli dari anggota Keluarga Tiken. Kedua anggota keluarga tersebut berada pada generasi ketiga. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Visualisasi simpul anak angkat

j. Simpul Kembar

Pengkategorisasian ini untuk menunjukkan siapa saja anggota keluarga yang merupakan anak kembar. Perintah yang diberikan untuk menampilkan data tersebut sama seperti Gambar 4.14 namun dengan melakukan perubahan pada nama label menjadi :Kembar. Berdasarkan perintah tersebut didapatkan hasil yang sesuai seperti pada Tabel 3.1 dimana terdapat empat anggota keluarga yang merupakan anak kembar. Empat anggota keluarga tersebut dua diantaranya dari generasi dua dan dua lainnya dari generasi ketiga. Hasil pengujian berupa graf terlihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Visualisasi simpul anak kembar

4.3.2 Pengujian Skema Hubungan

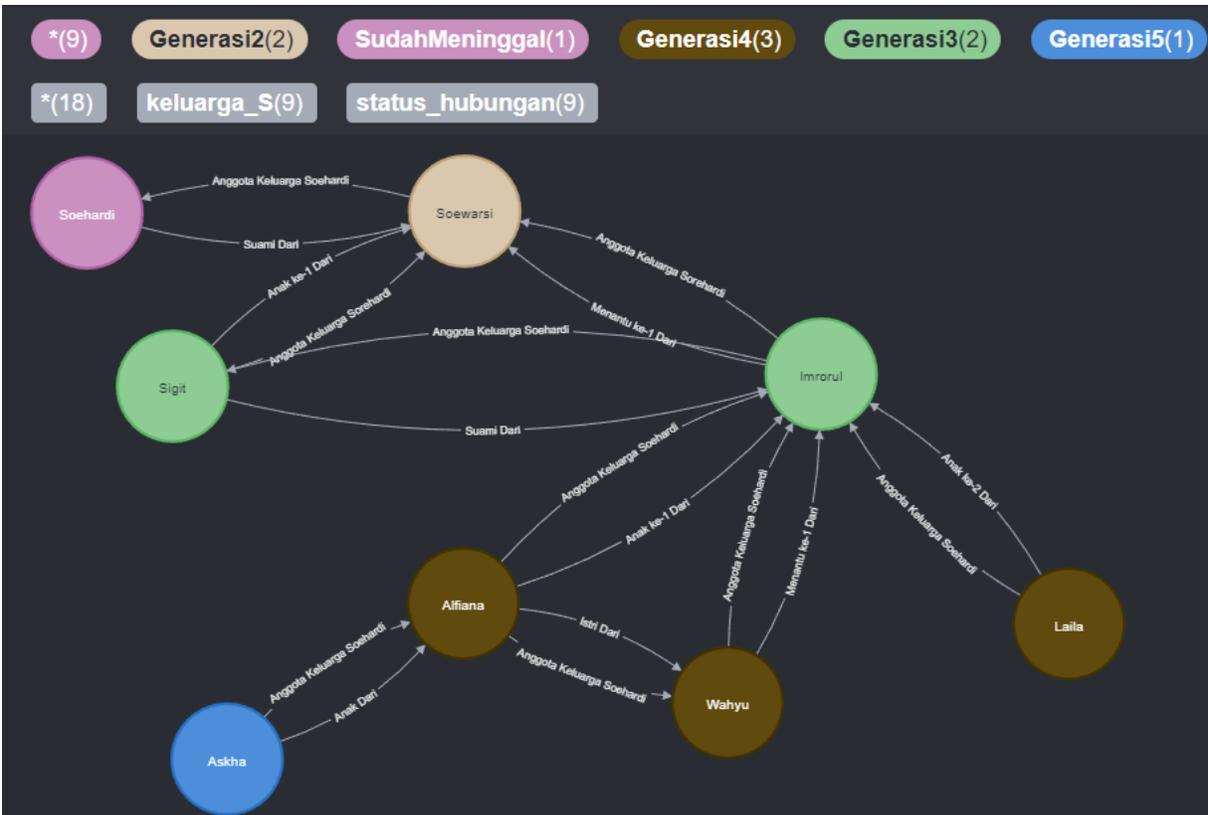
Visualisasi graf utuh yang ditunjukkan pada Gambar 4.13 dapat diuji untuk kemudian didapatkan hasil hubungan sesuai skema-skema yang telah dimodelkan. Kategorisasi yang digunakan untuk pengujian skema hubungan adalah sebagai berikut:

a. Hubungan pada Keluarga S

Pengujian skema hubungan pada keluarga ini digunakan dengan membuat label hubungan baru yaitu :keluarga_S. Setelah semua anggota Keluarga S dihubungkan menggunakan label baru ini, maka kemudian dapat dibuktikan apakah visualisasinya sesuai dengan data silsilah keluarga yang ada (silsilah Keluarga Tiken). Perintah yang diberikan untuk menampilkan hasil uji skema ini seperti pada Gambar 4.25.

```
MATCH p=()-[r:keluarga_S]->() RETURN p LIMIT 25
```

Gambar 4.25 Perintah hubungan Keluarga S



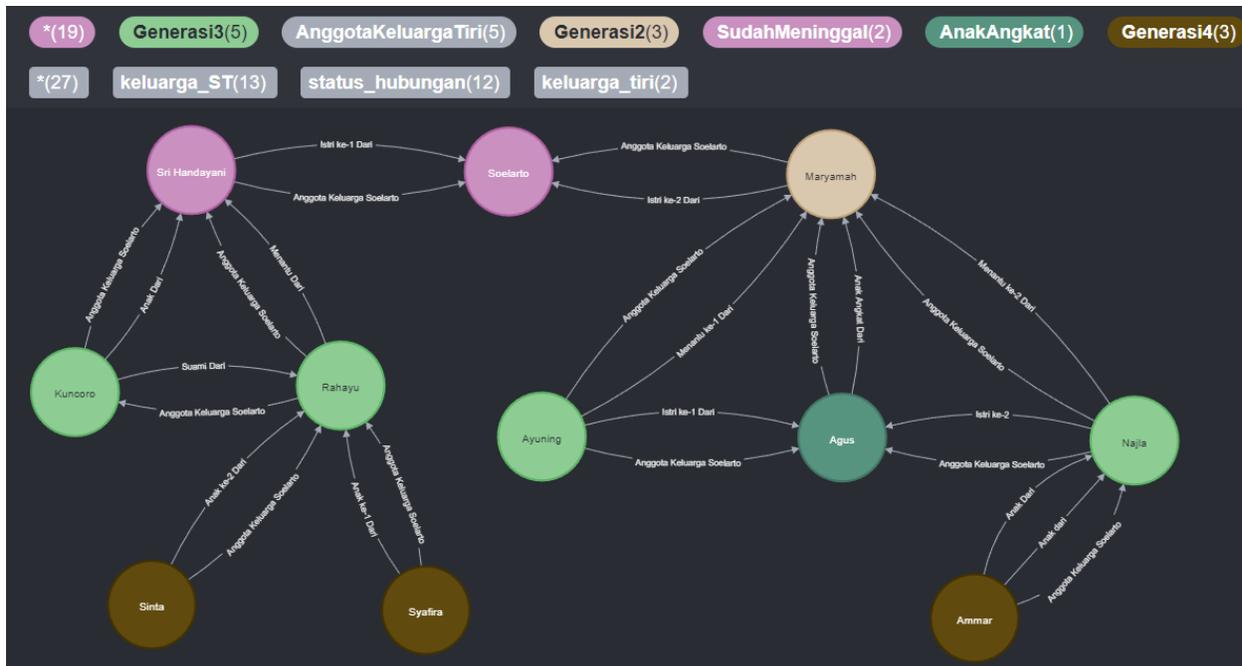
Gambar 4.26 Visualisasi graf Keluarga S

Hasil kueri yang ditulis pada Gambar 4.25 terlihat pada Gambar 4.26. Melalui hasil kueri tersebut, maka dapat diketahui bahwa pengujian skema ini berhasil. Dimana graf Keluarga S dapat tervisualisasi sesuai data Silsilah Keluarga Tiken yang tercatat pada Gambar 3.3.

b. Hubungan pada Keluarga ST

Pengujian skema hubungan pada keluarga ini digunakan dengan membuat label hubungan baru yaitu :keluarga_ST. Setelah semua anggota Keluarga ST dihubungkan menggunakan label baru ini, maka kemudian dapat dibuktikan apakah visualisasinya sesuai dengan data silsilah keluarga yang ada (silsilah Keluarga Tiken). Perintah yang diberikan untuk menampilkan hasil uji skema ini sama seperti Keluarga S hanya berbeda pada penamaan label saja. Jika pada Keluarga S menggunakan label :keluarga_S maka pada pengujian ini diubah menjadi :keluarga_ST.

Hasil kueri menggunakan label :keluarga_ST terlihat pada Gambar 4.27. Melalui hasil kueri tersebut, maka dapat diketahui bahwa pengujian skema ini berhasil. Dimana graf Keluarga ST dapat tervisualisasi sesuai data Silsilah Keluarga Tiken yang tercatat pada Gambar 3.4.

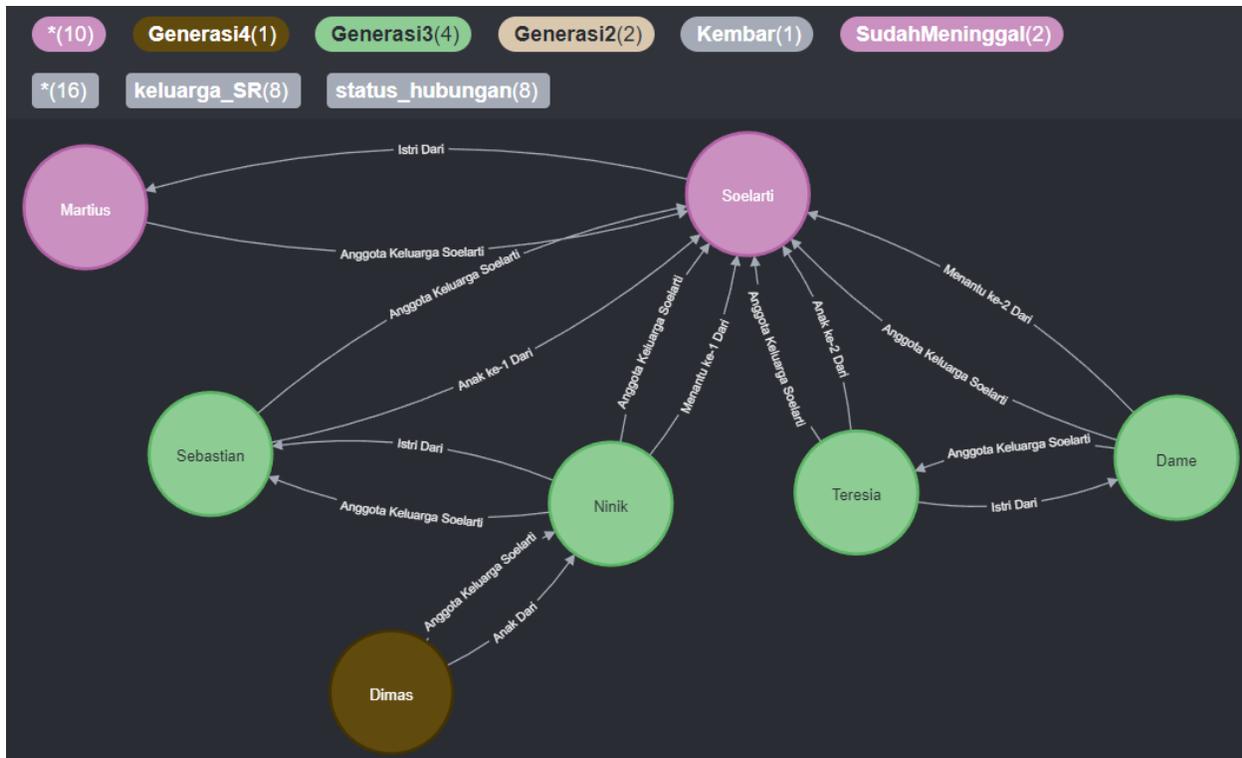


Gambar 4.27 Visualisasi graf Keluarga ST

c. Hubungan pada Keluarga SR

Pengujian skema hubungan pada keluarga ini digunakan dengan membuat label hubungan baru yaitu :keluarga_SR. Setelah semua anggota Keluarga SR dihubungkan menggunakan label baru ini, maka kemudian dapat dibuktikan apakah visualisasinya sesuai dengan data silsilah keluarga yang ada (silsilah Keluarga Tiken). Perintah yang diberikan untuk menampilkan hasil uji skema ini sama seperti Keluarga S hanya berbeda pada penamaan label saja. Jika pada Keluarga S menggunakan label :keluarga_S maka pada pengujian ini diubah menjadi :keluarga_SR.

Hasil kueri menggunakan label :keluarga_SR terlihat pada Gambar 4.28. Melalui hasil kueri tersebut, maka dapat diketahui bahwa pengujian skema ini berhasil. Dimana graf Keluarga SR dapat tervisualisasi sesuai data Silsilah Keluarga Tiken yang tercatat pada Gambar 3.5.

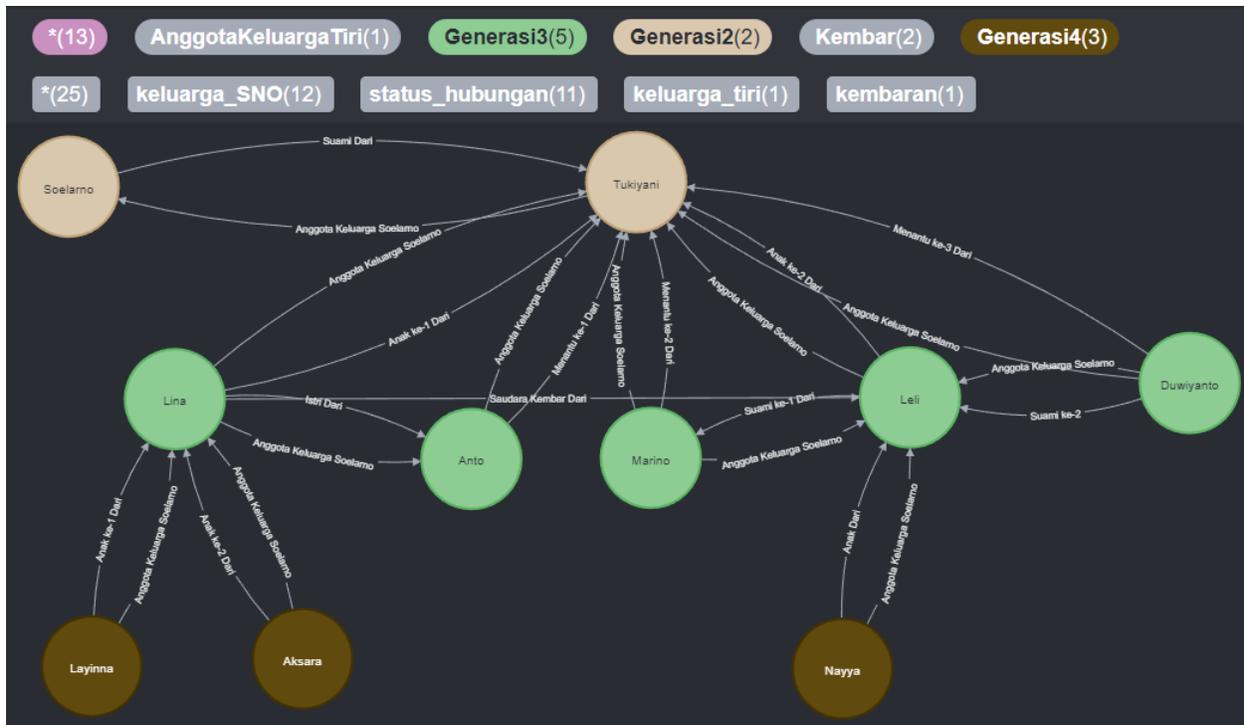


Gambar 4.28 Visualisasi graf Keluarga SR

d. Hubungan pada Keluarga SNO

Pengujian skema hubungan pada keluarga ini digunakan dengan membuat label hubungan baru yaitu :keluarga_SNO. Setelah semua anggota Keluarga SNO dihubungkan menggunakan label baru ini, maka kemudian dapat dibuktikan apakah visualisasinya sesuai dengan data silsilah keluarga yang ada (silsilah Keluarga Tiken). Perintah yang diberikan untuk menampilkan hasil uji skema ini sama seperti Keluarga S hanya berbeda pada penamaan label saja. Jika pada Keluarga S menggunakan label :keluarga_S maka pada pengujian ini diubah menjadi :keluarga_SNO.

Hasil kueri menggunakan label :keluarga_SNO terlihat pada Gambar 4.29. Melalui hasil kueri tersebut, maka dapat diketahui bahwa pengujian skema ini berhasil. Dimana graf Keluarga SNO dapat tervisualisasi sesuai data Silsilah Keluarga Tiken yang tercatat pada Gambar 3.6.

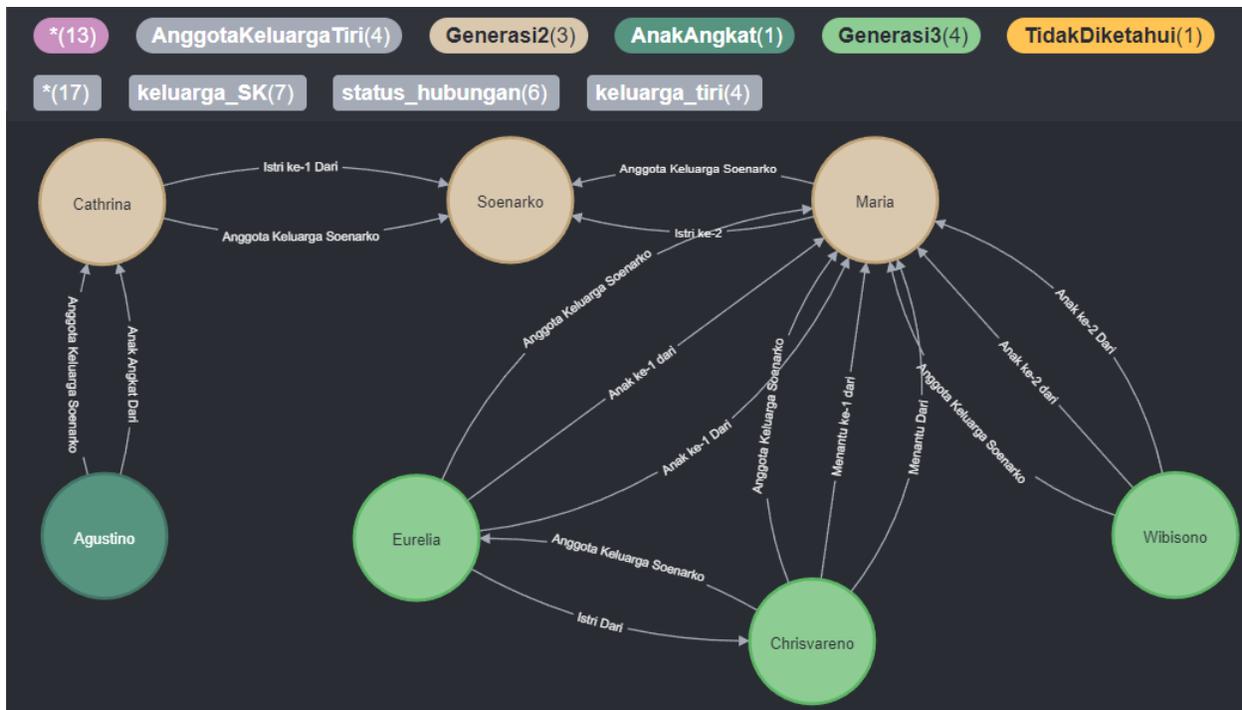


Gambar 4.29 Visualisasi graf Keluarga SNO

e. Hubungan pada Keluarga SK

Pengujian skema hubungan pada keluarga ini digunakan dengan membuat label hubungan baru yaitu :keluarga_SK. Setelah semua anggota Keluarga SK dihubungkan menggunakan label baru ini, maka kemudian dapat dibuktikan apakah visualisasinya sesuai dengan data silsilah keluarga yang ada (silsilah Keluarga Tiken). Perintah yang diberikan untuk menampilkan hasil uji skema ini sama seperti Keluarga S hanya berbeda pada penamaan label saja. Jika pada Keluarga S menggunakan label :keluarga_S maka pada pengujian ini diubah menjadi :keluarga_SK.

Hasil kueri menggunakan label :keluarga_SK terlihat pada Gambar 4.30. Melalui hasil kueri tersebut, maka dapat diketahui bahwa pengujian skema ini berhasil. Dimana graf Keluarga SK dapat tervisualisasi sesuai data Silsilah Keluarga Tiken yang tercatat pada Gambar 3.7.



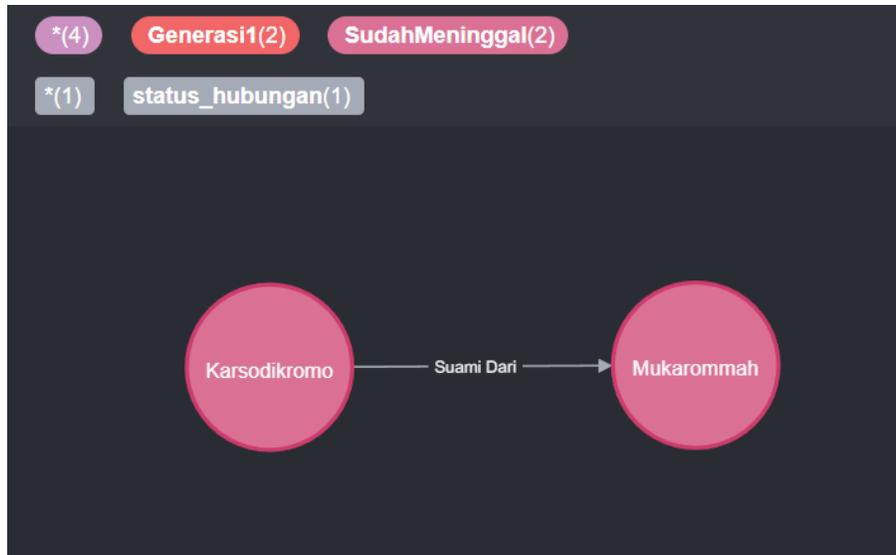
Gambar 4.30 Visualisasi graf Keluarga SK

f. Hubungan pada generasi satu

Pada generasi satu terdapat 2 anggota keluarga (Gambar 4.15) yang merupakan sepasang suami istri. Untuk menguji skema tersebut dapat digunakan perintah seperti pada Gambar 4.31. Pada perintah tersebut terdapat perintah RETURN yang akan menampilkan status hubungan apa saja yang ada pada generasi satu, ditunjukkan dengan parameter g1 dan g.

```
MATCH (g1:Generasi1), (g:Generasi1)
WHERE (g1)-[:status_hubungan]->(g)
RETURN g1, g
```

Gambar 4.31 Perintah menampilkan hubungan pada generasi satu

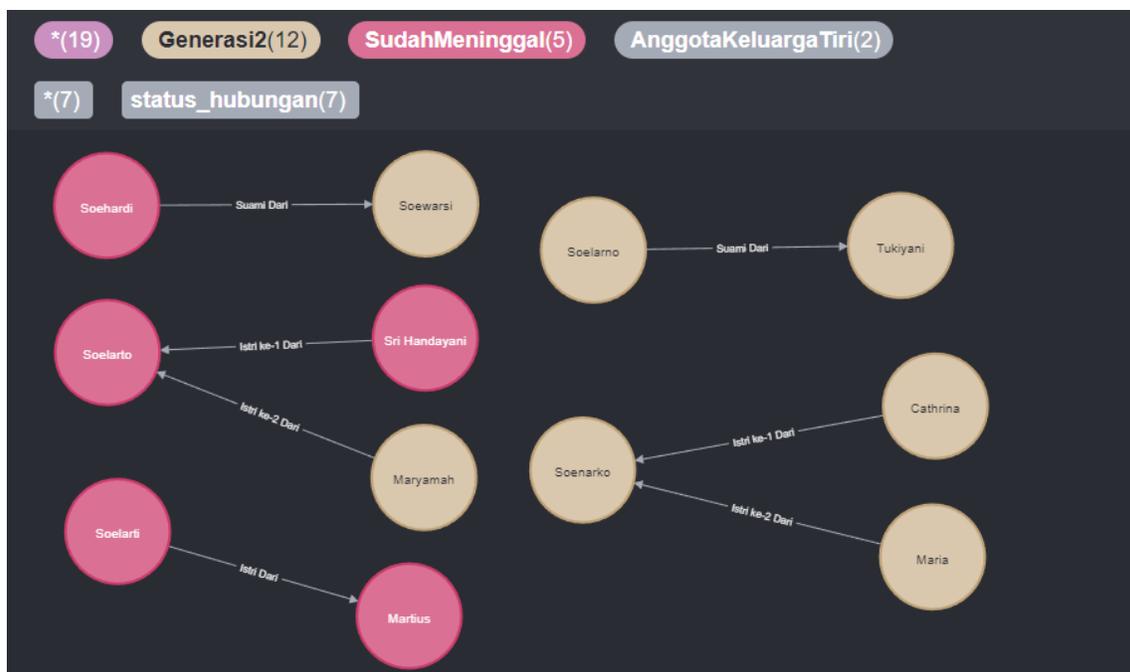


Gambar 4.32 Visualisasi hubungan pada generasi satu

Gambar 4.32 menunjukkan hasil pengujian visualisasi graf dua anggota keluarga bernama Karsodikromo dan Mukarommah yang merupakan sepasang suami istri. Hasil pengujian ini telah sesuai dengan skema dan data silsilah keluarga yang tertulis pada *excel*.

g. Hubungan pada generasi dua

Pada generasi dua terdapat delapan belas anggota keluarga (Gambar 4.16) dimana beberapa diantaranya terdapat anggota keluarga yang merupakan pasangan suami istri. Untuk menguji skema tersebut dapat digunakan perintah yang sama seperti pada Gambar 4.31. Pada perintah tersebut terdapat perintah RETURN yang akan menampilkan status hubungan apa saja yang ada pada generasi dua, ditunjukkan dengan parameter g2 dan g.

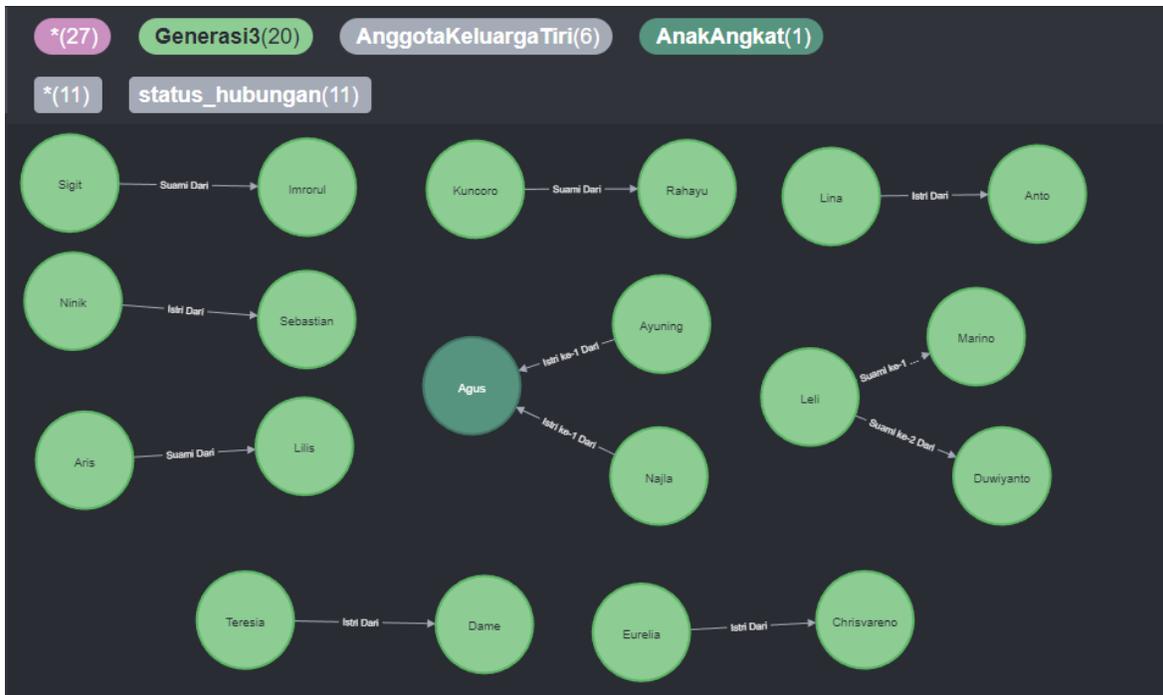


Gambar 4.33 Visualisasi hubungan pada generasi dua

Gambar 4.33 menunjukkan hasil pengujian visualisasi graf anggota keluarga generasi dua yang merupakan pasangan suami istri. Anggota keluarga generasi dua bernama Soenarmi, Wijiyati, Sademi, Wahyoedi, Wardiyono dan Rakino tidak ditampilkan karena nama-nama tersebut tidak memiliki keluarga atau sudah meninggal tanpa diketahui keluarganya. Hasil pengujian ini telah sesuai dengan skema dan data silsilah keluarga yang tertulis pada *excel*.

h. Hubungan pada generasi tiga

Pada generasi tiga terdapat dua puluh dua anggota keluarga (Gambar 4.17) dimana beberapa diantaranya terdapat anggota keluarga yang merupakan pasangan suami istri. Untuk menguji skema tersebut dapat digunakan perintah yang sama seperti pada Gambar 4.31. Pada perintah tersebut terdapat perintah RETURN yang akan menampilkan status hubungan apa saja yang ada pada generasi tiga, ditunjukkan dengan parameter g3 dan g.

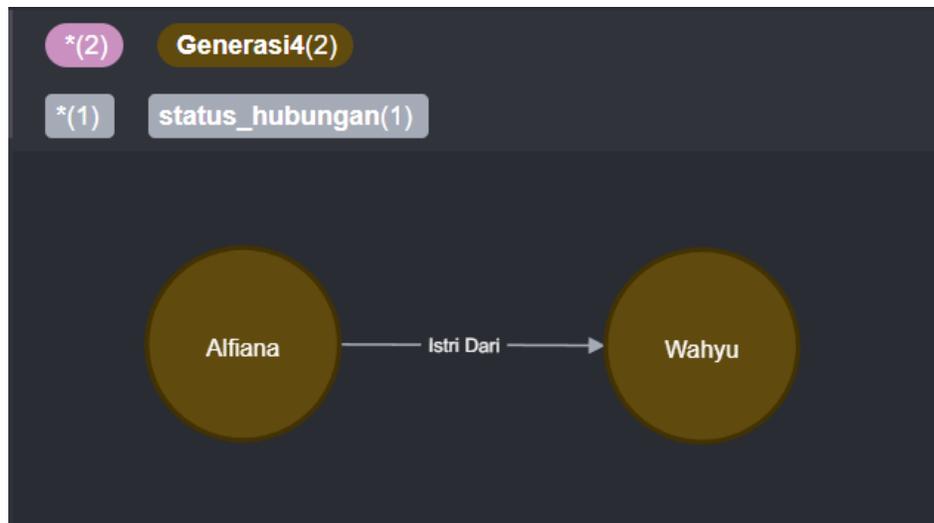


Gambar 4.34 Visualisasi hubungan pada generasi tiga

Gambar 4.34 menunjukkan hasil pengujian visualisasi graf anggota keluarga generasi tiga yang merupakan pasangan suami istri. Anggota keluarga generasi tiga bernama Agustino dan Wibisono tidak ditampilkan. Hal ini karena informasi mengenai Agustino tidak diketahui sedangkan Wibisono belum menikah sehingga belum memiliki pasangan. Hasil pengujian ini telah sesuai dengan skema dan data silsilah keluarga yang tertulis pada *excel*.

i. Hubungan pada generasi empat

Pada generasi empat terdapat dua belas anggota keluarga (Gambar 4.18) dimana terdapat dua anggota keluarga yang merupakan pasangan suami istri. Untuk menguji skema tersebut dapat digunakan perintah yang sama seperti pada Gambar 4.31. Pada perintah tersebut terdapat perintah RETURN yang akan menampilkan status hubungan apa saja yang ada pada generasi empat, ditunjukkan dengan parameter g4 dan g.



Gambar 4.35 Visualisasi hubungan pada generasi empat

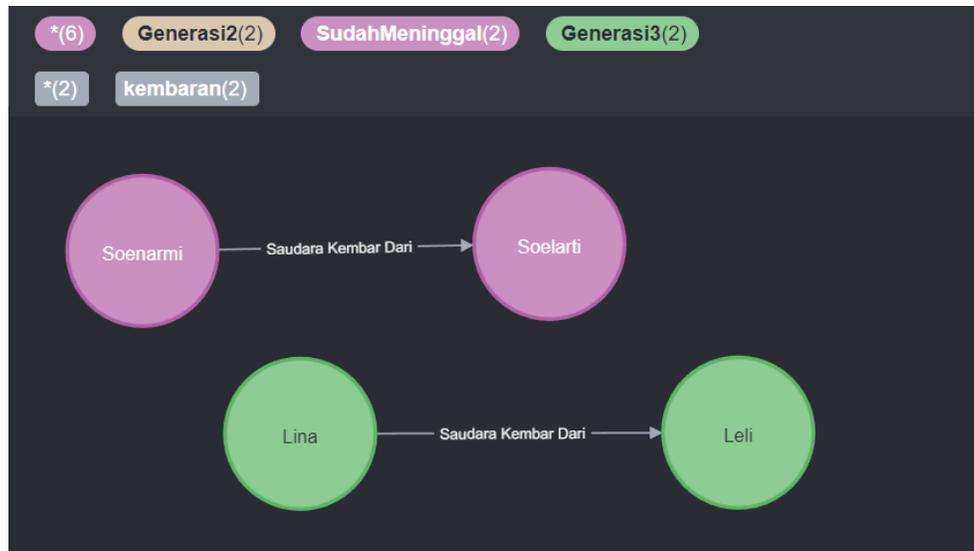
Gambar 4.35 menunjukkan hasil pengujian visualisasi graf anggota keluarga generasi empat dimana terdapat sepasang suami istri. Anggota keluarga generasi empat yang ditampilkan pada pengujian ini hanya Alfiana dan Wahyu. Hal ini karena hanya dua anggota keluarga tersebut yang sudah menjadi sepasang suami istri, sedangkan anak-anak yang lainnya belum menikah. Hasil pengujian ini telah sesuai dengan skema dan data silsilah keluarga yang tertulis pada *excel*.

j. Hubungan saudara kembar

Pada silsilah Keluarga Tiken, terdapat empat anggota keluarga yang merupakan anak kembar. Untuk menguji hubungan anak kembar tersebut diperlukan pembuatan label hubungan baru bernama :kembaran. Properti baru juga perlu dideklarasikan sebagai 'Saudara Kembar Dari' karena label ini berbeda dengan label :status_hubungan yang sudah ada sebelumnya. Untuk menampilkan graf yang memuat hubungan antar saudara kembar ini dapat menggunakan perintah seperti pada Gambar 4.36.

```
MATCH p= () - [r:kembaran] -> ()
RETURN p LIMIT 25
```

Gambar 4.36 Perintah menampilkan hubungan saudara kembar

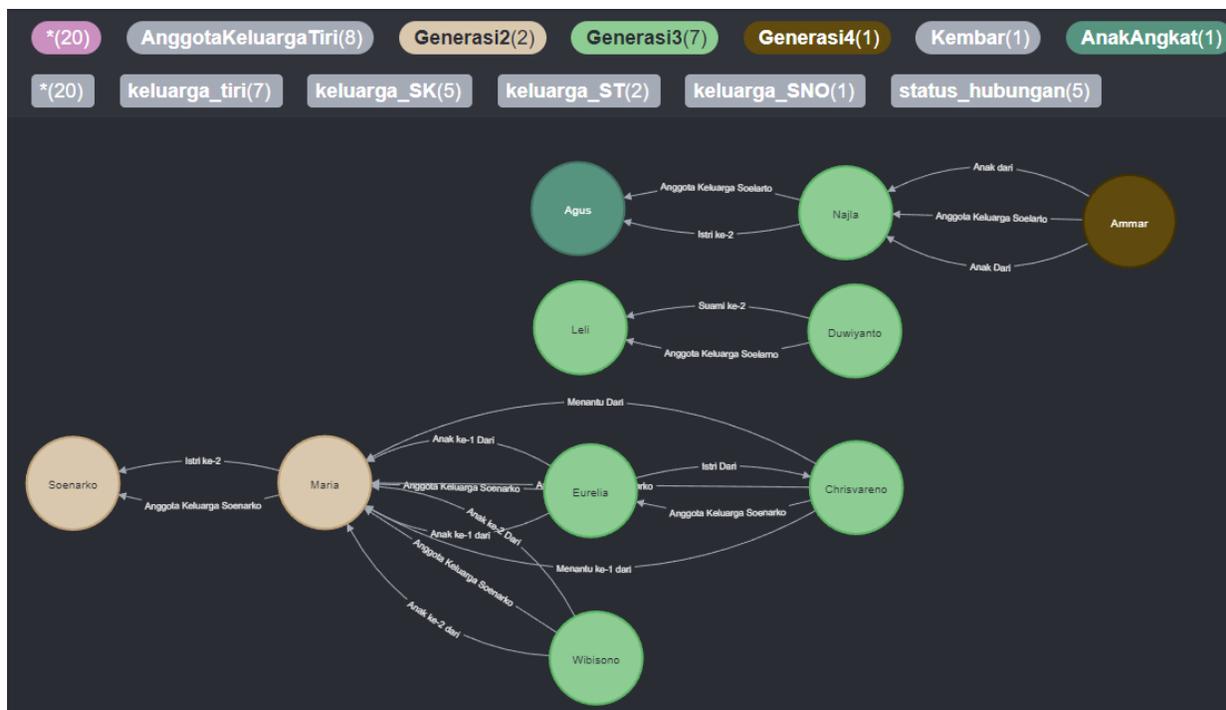


Gambar 4.37 Visualisasi hubungan saudara kembar

Dengan perintah yang tertulis pada Gambar 4.36 maka dapat ditampilkan hasil pengujian visualisasi graf anggota keluarga yang merupakan sepasang anak kembar seperti pada Gambar 4.37. Pada gambar tersebut terdapat anggota keluarga kembar generasi dua bernama Soenarmi dan Soelarti. Sedangkan anggota keluarga kembar generasi tiga bernama Lina dan Leli. Hasil pengujian ini telah sesuai dengan skema dan data silsilah keluarga yang tertulis pada *excel*.

k. Hubungan keluarga tiri

Pada silsilah Keluarga Tiken, terdapat tiga anggota keluarga yang melakukan pernikahan sebanyak dua kali. Pernikahan kedua inilah yang menghadirkan status keluarga tiri ke dalam lingkup keluarga besar Trah Karsodikromo. Untuk menguji hubungan yang ada pada keluarga tiri tersebut perlu untuk menambahkan label baru bernama :keluarga_tiri. Perintah yang digunakan sama seperti Gambar 4.36 namun terdapat perbedaan pada penamaan labelnya. Dimana pada Gambar 4.36 label yang digunakan adalah :kembaran, sedangkan untuk skema ini label yang digunakan adalah :keluarga_tiri.



Gambar 4.38 Visualisasi hubungan keluarga tiri

Gambar 4.38 menunjukkan hasil pengujian visualisasi graf anggota keluarga yang berstatus sebagai keluarga tiri. Hasil pengujian ini telah sesuai dengan skema data silsilah keluarga yang tertulis pada *excel*.

4.3.3 Pengujian Performa

Setelah semua kueri berhasil diuji, maka selanjutnya akan dilakukan wawancara untuk mendapat *feedback* dari anggota keluarga. Eyang Soewarsi selaku narasumber menyampaikan bahwa data yang divisualisasikan dengan konsep *propertygraph* ini dapat disampaikan dengan lebih informatif. Beliau menambahkan, dengan kemampuan graf yang dapat memuat jenis-jenis hubungan generik sehingga informasi dapat tersampaikan dengan lebih mendetail.

Selanjutnya adalah pengujian performa berdasarkan *write/read latency* dan *query execution time*. Pengujian ini akan melibatkan graf lengkap yang telah tersusun atas simpul dan sisi/hubungan. Matriks dari pengujian ini akan terlihat pada Tabel 4.1 Hasil pengujian performa graf menggunakan Neo4j Berdasarkan Tabel 4.1, diketahui bahwa rata-rata dari *write/read latency* sebesar 1 ms dan rata-rata dari *query execution time* adalah 2 ms.

Tabel 4.1 Hasil pengujian performa graf menggunakan Neo4j

<i>Queries</i>	<i>Jumlah records</i> (kumpulan elemen data)	<i>Write/read</i> <i>latency</i>	<i>Query execution</i> <i>time</i>
Graf seluruh keluarga	82 records	2 ms	5 ms
Graf keluarga S	9 records	1 ms	3 ms
Graf keluarga ST	13 records	< 1 ms	3 ms
Graf keluarga SR	8 records	1 ms	2 ms
Graf keluarga SNO	12 records	< 1 ms	2 ms
Graf keluarga SK	7 records	< 1 ms	1 ms
Graf generasi 1	1 records	< 1 ms	1 ms
Graf generasi 2	9 records	1 ms	1 ms
Graf generasi 3	11 records	1 ms	1 ms
Graf generasi 4	1 records	< 1 ms	1 ms
Graf saudara kembar	2 records	< 1 ms	1 ms
Graf keluarga tiri	7 records	1 ms	1 ms

Dengan hasil pengujian seperti pada Tabel 4.1, maka dapat disimpulkan performa graf termasuk dalam kategori *Good* apabila ditinjau dari Tabel 3.4. Untuk lebih menguatkan status performa graf tersebut, maka dilakukan penambahan data pada Neo4j menggunakan data *dummy*. Untuk data sejumlah 145 records, memerlukan waktu *delay* (*write/read latency*) sebesar 4 ms dan *query execution time*-nya sebesar 7 ms. Kemudian ketika diuji pada data sejumlah 116 records, waktu *delay*-nya sebesar 3 ms dan *query execution time*-nya sebesar 5 ms. Sehingga dapat disimpulkan bahwa performa graf dapat dikategorikan baik meskipun jumlah datanya terus bertambah.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan beberapa faktor yang memengaruhi besar kecilnya waktu tunda dan waktu kueri (Putra et al., 2022) adalah:

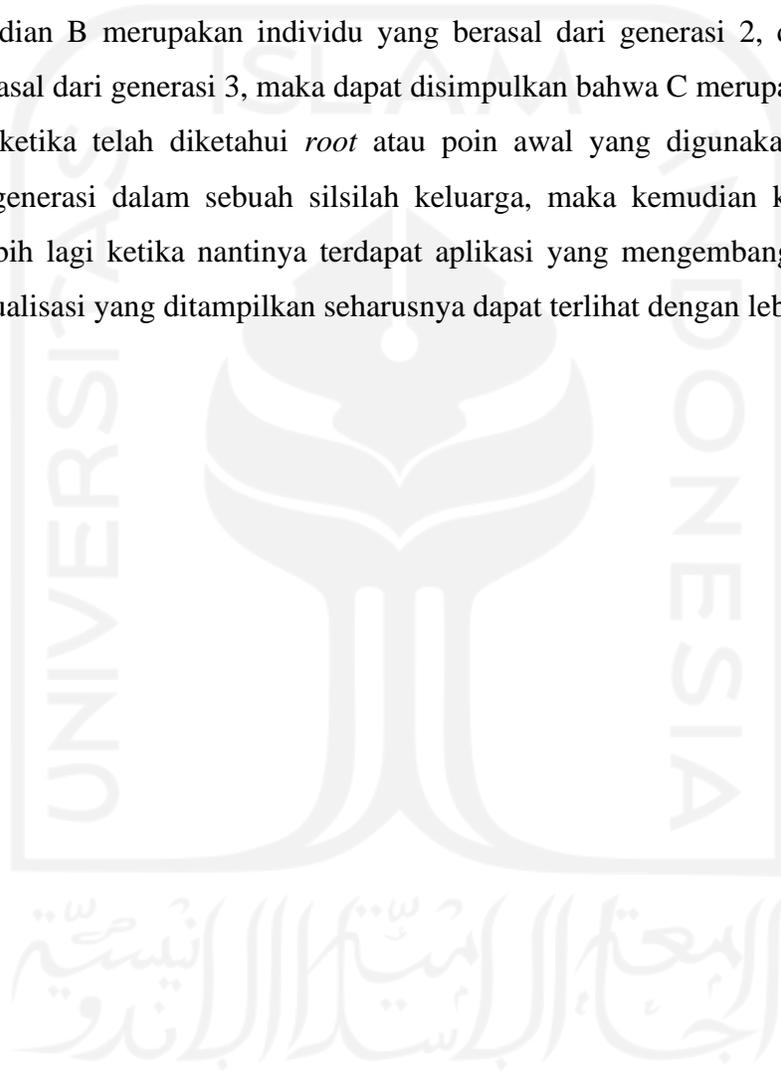
1. Kondisi *hardware* ketika pengaksesan data dilakukan.
2. Kondisi jaringan saat melakukan akses data.
3. Struktur kueri yang ditulis, hal ini mempengaruhi kinerja dalam mengakses data.

Ukuran set data, dimana graf memiliki keunggulan yakni dapat bekerja optimal dalam ukuran data yang besar dan performanya tetap baik.

4.3.4 Menyusun Visualisasi *Tree* (Pohon) Keluarga dari Graf

Perlu kembali ditekankan bahwa penelitian ini tidak menampilkan bentuk visualisasi akhir dari silsilah keluarga menggunakan basis data graf. Tetapi dengan konsep skema *propertygraph* utama dan turunan yang telah dirancang, maka sebuah *tree* kemudian dapat disusun. Yakni dengan menentukan *root* yang akan digunakan sebagai acuan dalam menginfer garis keturunan dari tiap-tiap generasi. Seperti contoh ketika diketahui bahwa A merupakan individu yang berasal dari generasi 1, kemudian B merupakan individu yang berasal dari generasi 2, dan C merupakan individu yang berasal dari generasi 3, maka dapat disimpulkan bahwa C merupakan cucu dari A.

Sehingga ketika telah diketahui *root* atau poin awal yang digunakan dalam menarik hubungan antar generasi dalam sebuah silsilah keluarga, maka kemudian konsep *tree* dapat diterapkan. Terlebih lagi ketika nantinya terdapat aplikasi yang mengembangkan perancangan basis data ini, visualisasi yang ditampilkan seharusnya dapat terlihat dengan lebih terstruktur.



BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran terkait penelitian yang disusun dalam laporan tugas akhir ini. Kesimpulan merupakan hasil akhir yang menjawab permasalahan yang tertuang dalam rumusan masalah. Melalui kesimpulan, pembaca dapat mengetahui seberapa besar kontribusi penelitian yang dilakukan terhadap pengembangan ilmu dan melihat bahwa penelitian telah dilakukan dengan lengkap. Sedangkan saran pada laporan tugas akhir ini berisi rekomendasi terhadap peneliti selanjutnya yang akan mengembangkan atau menggali lebih lanjut pengetahuan yang berkaitan dengan topik penelitian ini.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab permasalahan mengenai Perancangan Basis Data Graf pada Data Silsilah Keluarga sebagai berikut:

- a. Metode analisis deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini mampu menjelaskan rangkaian pembangunan basis data graf mulai dari perancangan, implementasi, hingga pengujian.
- b. Basis data graf dapat diterapkan pada studi kasus silsilah keluarga. Pemodelan *propertygraph* silsilah keluarga pada Gambar 3.12 dapat diterapkan pada semua kemungkinan silsilah.
- c. Dengan menggunakan Neo4j, visualisasi data keluarga dalam bentuk graf dapat ditampilkan secara langsung lengkap dengan semua data yang sudah dimasukkan.
- d. Data silsilah Keluarga Tiken yang awalnya belum terdigitalisasi sekarang dapat dilihat secara lebih detail dan terstruktur menggunakan konsep *propertygraph* yang sudah dirancang.
- e. Berdasarkan data silsilah Keluarga Tiken, seluruh informasi yang berkaitan dengan simpul berjumlah 55 orang telah ter-*record* dengan lengkap dalam basis data beserta hubungan-hubungan yang ada. Hal ini menunjukkan kesimpulan akhir bahwa basis data graf silsilah keluarga yang dirancang telah solid.

5.2 Saran

Seiring berjalannya waktu, lingkup ilmu pengetahuan pun akan terus bertambah. Seperti sifatnya yang dinamis, maka perkembangan dan perubahan suatu ilmu akan terus terjadi seiring permasalahan manusia yang tidak akan ada habisnya. Termasuk juga pada penerapan ilmu graf, dalam hal ini mengacu pada perancangan basis data, yang dapat diimplementasikan pada topik atau studi kasus lain oleh peneliti selanjutnya.

Selain itu, mengingat fokus penelitian ini mengenai Perancangan Basis Data Graf pada Data Silsilah Keluarga, maka peneliti selanjutnya dapat melakukan pengembangan dengan mengintegrasikan perancangan tersebut ke dalam suatu sistem informasi berbasis graf. Sehingga nantinya informasi yang ditampilkan dapat lebih luas dan beragam, tidak hanya terkhusus menampilkan struktur bagan silsilah keluarganya saja.

Bagi pembaca, perancangan yang telah dijabarkan di atas dapat diimplementasikan sesuai data silsilah keluarga apa saja yang ada. Dengan menyesuaikan informasi baik dari sisi pembuatan simpul maupun hubungan, maka silsilah keluarga baru dapat terbentuk menggunakan basis data NoSQL berbasis graf melalui Neo4j. Penulis juga berharap kebijakan pembaca dalam memahami penelitian ini sehingga dapat diperoleh informasi yang bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- About RootsMagic, Inc.* (n.d.). RootsMagic. <https://www.rootsmagic.com/>
- Alamsyah, A. (2016). *Ayo Eksplorasi Graph Database*. Andry Alamsyah. <https://andrya.staff.telkomuniversity.ac.id/ayo-eksplorasi-graph-database/>
- Ali, A., Rifdalita, D., Lestari, J. P., & Banowosari, L. Y. (2012). Pencarian dengan Knowledge Graph. *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer Dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2012)*, 7, 11–17. <https://www.neliti.com/id/publications/171904/pencarian-dengan-knowledge-graph>
- Angles, R. (2016). *A Comparison of Current Graph Database Models* (No. 11100364).
- ArangoDB. (n.d.). *ArangoDB as Graph Database*. Arangodb.Com. Retrieved September 5, 2021, from <https://www.arangodb.com/graph-database/>
- Arrosyid, M. S. (2018). *PENERAPAN GRAPH DATABASE PADA JALUR SANAD PERAWI HADITS MENGGUNAKAN NEO4J*. UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.
- Azhar, I. I. (2018). *Teknologi Basis Data Berorientasi Graf* (Makalah IF2120 Matematika Diskrit - Sem.I Tahun 2018/2019).
- Besta, M., Peter, E., Gerstenberger, R., Fischer, M., Podstawski, M., Barthels, C., Alonso, G., & Hoefler, T. (2020). *Demystifying Graph Databases: Analysis and Taxonomy of Data Organization, System Designs, and Graph Queries*. <http://arxiv.org/abs/1910.09017>
- Cahyadi, I. (2019). KAJIAN TERHADAP PENYELESAIAN SENGKETA PEMBAGIAN HARTA WARISAN ATAS TANAH AKIBAT TIDAK DILAKSANAKANNYA WASIAT OLEH AHLI WARIS. In *UMMAT REPOSITORY*. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Diba, A. . (2015). Bab Iii Metodologi Penelitian Kualitatif. In *Ethesis UIN Malang*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Ellson, J., Gansner, E., Koutsofios, L., North, S. C., & Woodhull, G. (2002). Graphviz - Open Source Graph Drawing Tools. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2265 LNCS, 483–484. https://doi.org/10.1007/3-540-45848-4_57
- Engines, D. (2018). *AllegroGraph System Properties*. DB Engines. <https://db-engines.com/en/system/AllegroGraph>
- Ervan, D. S., & Mulyanto, E. (2015). Deteksi Risiko Penderita Buta Warna Menurun Berbasis

- Pohon Keluarga dengan Algoritma Genetika. *Techno.COM*, 14(2), 145–150.
<https://publikasi.dinus.ac.id/index.php/technoc/article/view/888>
- Fadhilah, F. (2020). Pemanfaatan Graf dan Pohon dalam Klasifikasi Produk pada Aplikasi Tokopedia. *Makalah IF2120 Matematika Diskrit*.
- Family Historian7: Genealogy and Family Tree Software*. (n.d.). <https://www.family-historian.co.uk/>
- Fathonah, N. (2019). Penggunaan Metode Genogram untuk Meningkatkan Kemampuan Perencanaan Karir. *Prophetic : Professional, Empathy and Islamic Counseling Journal*, 2(2), 279. <https://doi.org/10.24235/prophetic.v2i2.5814>
- Femy P.F, M., K.R, R., & Varghese, S. M. (2016). Outcome Analysis Using Neo4j Graph Database. *International Journal on Cybernetics & Informatics*, 5(2), 229–236.
<https://doi.org/10.5121/ijci.2016.5225>
- Fernandes, D., & Bernardino, J. (2018). Graph Databases Comparison: AllegroGraph, ArangoDB, InfiniteGraph, Neo4J, and OrientDB. *DATA 2018 - Proceedings of the 7th International Conference on Data Science, Technology and Applications*, 373–380.
<https://doi.org/10.5220/0006910203730380>
- FranzInc. (2013). *AllegroGraph News*. Franz.Com. <https://franz.com/ps/newsletter-archive/apr-2013.lhtml>
- Galan. (2022). *Aplikasi Silsilah Keluarga*. Berakal.Com. <https://www.berakal.com/aplikasi-silsilah-keluarga/>
- Gaukrodger, R. (2021, August 13). Best family tree makers 2021. *TopTenReviews*.
<https://www.toptenreviews.com/best-family-tree-maker>
- GeneWeb, free open source genealogy software*. (n.d.). Tuxfamily.Org.
<https://geneweb.tuxfamily.org/wiki/GeneWeb>
- Gramps*. (n.d.). <https://gramps-project.org/blog/>
- Grosskopf, L. (2001, January). Software Review of: GeneWeb. *PC Alamode Magazine*, 1.
<http://www.alamopc.org/pcalamode/reviews/archive2/rev010104.html>
- Hackolade. (n.d.). *JanusGraph*. Hackolade.Com. Retrieved August 4, 2022, from
<https://hackolade.com/help/JanusGraph.html>
- Harju, T. (2012). Graph Theory. In *Lecture Notes*.
- Howells, C. (2004). *Planting Your Family Tree Online: How to Create Your Own Family*

- History Web Site* (A. J. Crow (Ed.); Series Edi). Rutledge Hill Press.
- Iwan, S. (2009). Pengasuhan Anak Dalam Keluarga: The Next Lost Generation. *Jurnal Media Gizi Dan Keluarga*.
- JanusGraph. (2021). *Introduction: The Benefits of JanusGraph*. Janusgraph.Org.
<https://docs.janusgraph.org/>
- Kadir, A. (2020). *DASAR BASIS DATA GRAF DAN NEO4J; Panduan Untuk Mempelajari Pembuatan Basis Data Graf dengan Mudah dan Cepat* (Giovanny (Ed.); 1st ed.). ANDI.
- Kartono, K. (1992). *Patologi Sosial 2 : Kenakalan Remaja* (Ed. 1). Rajawali Pers.
- Kaur, S., & Kaur, K. (2016). Visualizing Class Diagram using Orientdb NOSQL Data – Store [THAPAR UNIVERSITY]. In *TIET Digital Repository*.
<https://doi.org/10.5120/ijca2016910771>
- Koerner, A. F., & Fitzpatrick, M. A. (2012). Communication in Intact Families. In A. L. Vangelisti (Ed.), *The Routledge Handbook of Family Communication* (Second edi, pp. 1–601). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203848166>
- Kusmira, M., & Taufiqurrochman. (2017). Pemanfaatan Aplikasi Graf Pada Pembuatan Jalur Angkot 05 Tasikmalaya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, November*, 1–6.
- Lee, G. L. (1977). *Family Structure and Interaction* (Second edi). University of Minnesota Press.
- Legacy Family Tree*. (n.d.). <https://legacyfamilytree.com/>
- Lestari, S. (2012). *Psikologi Keluarga* (Pertama). KENCANA.
- Lokawati, H. (2016). Aplikasi Teori Graf dalam Analisa Struktur Protein. In *Makalah IF2120 Matematika Diskrit – Sem. I Tahun 2016/2017*.
- McGoldrick, M., Gerson, R., & Petry, S. (2008). *Genograms : Assessment and Intervention* (3rd ed). W.W. Norton & Co.
- Miller, J. J. (2013). Graph database applications and concepts with Neo4j. *Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference, Atlanta, GA, USA, 2324*, 36.
- Munir, R. (2010). Matematika Diskrit. In *Informatika Bandung* (Edisi Keem). INFORMATIKA.
- Muzdalifa, A. (2016). Penerapan Graf Terhubung untuk Menentukan Klasifikasi Sidik Jari. In *Makalah IF2120 Matematika Diskrit – Sem. I Tahun 2016/2017*.
- Neo4j, I. (n.d.). *NEO4J GRAPH DATA PLATFORM: The Fastest Path to Graph*. Neo4j.Com.
<https://neo4j.com/>
- Ophie, E. (2013). *Pohon dan Aplikasinya dalam Bagan Silsilah Keturunan* (No. IF2021).

- OrientDB. (2020). *OrientDB Community*. Orientdb.Org. <https://orientdb.org/>
- Peric, V. (2014). *Genealogy Research with Gramps*. Wikipedia; LWN.net. https://lwn-net.translate.googleusercontent.com/Articles/605409/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=ajax,se,op,elem,tc,sc
- Pokorný, J. (2015). Graph Databases: Their Power and Limitations Jaroslav. *IFIP International Conference on Computer Information Systems and Industrial Management*, 9339, 58–69. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24369-6>
- Putra, Y. Y., Purwaningrum, O., & Winata, R. H. (2022). Perbandingan Performa Respon Waktu Kueri. *Jurnal Sistem Informasi Dan Bisnis Cerdas (SIBC)*, 15(1), 39–48.
- Radney. (2015). *Monitoring Read/Write Latency*. Sqlperformance.Com. <https://sqlperformance.com/2015/03/io-subsystem/monitoring-read-write-latency>
- Ramulyo, M. I. (1987). *Hukum Kewarisan Islam: Studi Kasus, Perbandingan Ajaran Syafi'i (Patrilinial), Hazairin (Bilateral) dan Pratek di Pengadilan Agama* (1st ed.). Ind-Hill.
- Rauf, A. (2016). SISTEM PERPUSTAKAAN MENGGUNAKAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) DENGAN PENDEKATAN SMART CITY (Studi Kasus: Perpustakaan Wilayah Soeman HS Provinsi Riau). In *Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Repository*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Robinson, I., Webber, J., & Eifrem, E. (2015). *Graph Databases* (M. Beaugureau (Ed.); 2nd editio). O'Reilly Media, Inc.
- Saing, J. H. (2005). Hipertensi pada Remaja. *Sari Pediatri*, 6(4), 159–165. <https://doi.org/10.14238/sp6.4.2005.159-65>
- Septimansyah, M. T. P., & Heryandi, A. (2019). *Pembangunan aplikasi mobile silsilah keluarga*.
- Setialana, P. (2017). *PENCARIAN HUBUNGAN KEKERABATAN PADA STRUKTUR DATA GENEALOGY DALAM GRAPH DATABASE*. Universitas Gadjah Mada.
- Setialana, P., Adji, T. B., & Ardiyanto, I. (2017). Perbandingan Performa Relational, Document-Oriented dan Graph Database Pada Struktur Data Directed Acyclic Graph. *Jurnal Buana Informatika*, 8(2), 77–86. <https://doi.org/10.24002/jbi.v8i2.1079>
- Sholeh, M. (2020). *Pemodelan Basis data Graph dengan Neo4j (Studi Kasus : Basis Data Sistem Informasi Penjualan pada UMKM)*. 7(1), 25–32.
- Singh, M., Mensah, G. A., & Bakris, G. (2010). Pathogenesis and Clinical Physiology of Hypertension. *Cardiology Clinics*, 28(4), 545–559.

<https://doi.org/10.1016/J.CCL.2010.07.001>

- Supriatna, M., Budiman, N., & Nurikhsan, J. (2006). Analisis Genogram Sebagai Alat Konseling Karier. *Jurnal Pendidikan Psikologi Dan Bimbingan (Online)*, 1.
- Syaputra, A. (2011). Aplikasi Pohon Merentang (Spanning Tree) Dalam Pengoptimalan Jaringan Listrik. In *Makalah IF2091 Struktur Diskrit – Sem. I Tahun 2011/2012*.
- Vicknair, C., Nan, X., Chen, Y., & Wilkins, D. (2010). *A Comparison of a Graph Database and a Relational Database A Data Provenance Perspective*.
- Wang, X., Ding, X., Tung, A., Ying, S., & Jin, H. (2012). *An Efficient Graph Indexing Method*. <https://doi.org/10.1109/ICDE.2012.28>
- Weigel, D. J. (2008). The Concept of Family: An Analysis of Laypeople's Views of Family. *Journal of Family Issues*, 29(11), 1426–1447. <https://doi.org/10.1177/0192513X08318488>
- Wirawan, P. W., Riyanto, D. E., & Khadijah. (2016). PEMODELAN GRAPH DATABASE UNTUK MODA TRANSPORTASI BUS RAPID TRANSIT. *Jurnal Informatika*, 10(2), 1271–1279.
- Wirdasari, D. (2011). Teori graph dan implementasinya dalam ilmu komputer. *Jurnal SAINTIKOM*, 10(1), 23–34.
- Yar, K. T., & Tun, K. M. L. (2016). Searching Personnel Relationship from Myanmar census data using Graph database and Deductive Reasoning prolog rules. *2016 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2016.7479945>
- Yasmin, E. (2012). *Membuat Silsilah Keluarga Dengan Menggunakan RootsMagic Essentials*. Pusatgratis.Com. <http://www.pusatgratis.com/software/membuat-silsilah-keluarga-dengan-menggunakan-rootsmagic-essentials.html>
- Yusnanda, F., Rochadi, R. K., & Maas, L. T. (2018). Pengaruh Riwayat Keturunan terhadap Kejadian Diabetes Mellitus pada Pra Lansia di BLUD RSUD Meuraxa Kota Banda Aceh Tahun 2017. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 4(1), 18–28. <https://doi.org/10.33143/jhtm.v4i1.163>

LAMPIRAN

