

STRUKTUR GRAF BERARAH PADA SISTEM KEKERABATAN BATAK TOBA (DALIHAN NA TOLU)

Mey Gracia Sitanggang^{1*}, Rawiyah², Goffri Simarsoit³, Ian Pedrosa Manatap Lumban Gaol⁴, Hery Judika Lumban Tobing⁵, Tomi Arianto⁶

^{1,2,3,4} Universitas Negeri Medan, Indonesia

**Corresponding author: meysitanggang565@gmail.com*

Article History:

Received: 2026-05-27

Revised: 2026-06-24

Accepted: 2026-08-09

ABSTRAK

Sistem kekerabatan Batak Toba yang dikenal sebagai Dalihan Na Tolu merupakan struktur sosial yang mengatur hubungan antara hula-hula, boru, dan dongan sabutuha. Kompleksitas hubungan tersebut dapat dianalisis menggunakan pendekatan matematika, khususnya teori graf berarah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur kekerabatan Batak Toba dan merepresentasikan hubungan sosial dalam sistem Dalihan Na Tolu menggunakan model graf berarah. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan pemodelan matematika. Penelitian dilaksanakan pada April–Mei 2026 di Kuala Simpang, Kabupaten Aceh Tamiang, Provinsi Aceh. Subjek penelitian terdiri atas 1 informan utama, yaitu Elzas Lumban Gaol, yang dipilih melalui teknik purposive sampling. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan studi dokumen tarombo Raja Nai Pospos, Toga Marbun, dan Lumban Gaol. Instrumen penelitian meliputi peneliti sebagai instrumen utama, pedoman wawancara semi terstruktur, lembar observasi, dokumentasi tarombo, dan catatan lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kekerabatan Batak Toba yang bersifat patrilineal dapat dimodelkan sebagai graf pohon tanpa siklus pada garis keturunan, sedangkan hubungan adat dan perkawinan antar marga membentuk graf berarah yang asimetris serta memungkinkan terbentuknya siklus hubungan antarmarga. Analisis matriks ketetanggaan, in-degree, dan out-degree menunjukkan adanya perbedaan tingkat keterhubungan sosial antar marga. Disimpulkan bahwa teori graf berarah mampu merepresentasikan struktur sosial Dalihan Na Tolu secara sistematis, visual, dan matematis serta mendukung pengembangan kajian etnomatematika berbasis budaya lokal.

Kata kunci: dalihan na tolu, etnomatematika, graf berarah, sistem kekerabatan batak toba, tarombo.



ABSTRACT

This study aims to examine the structure of the Batak Toba kinship system (Dalihan Na Tolu) using a directed graph theory approach. The Dalihan Na Tolu system is a social philosophy of the Batak Toba community consisting of three main elements, namely hula-hula, boru, and dongan sabutuha, which are interconnected within customary and marital structures. This research employed a qualitative descriptive method with a mathematical modeling approach. Data were collected through interviews, observations, and the study of tarombo documents of Raja Nai Pospos' descendants, particularly the lineage of Toga Marbun and Lumban Gaol. The data were then represented in the form of tree graphs and directed graphs. The results showed that the Batak Toba kinship system is patrilineal, allowing it to be modeled as a tree graph without cycles in the lineage structure. Meanwhile, customary and marital relations among clans form asymmetric directed graphs because the relationships between vertices have different directions and social meanings. In addition, cycles among clans were identified, representing the concept of mambolahi in Batak Toba customs. The analysis of adjacency matrices, in-degree, and out-degree indicated that several clans have higher levels of social connectivity than others. Therefore, directed graph theory is capable of representing the social structure of Dalihan Na Tolu systematically, visually, and mathematically, while also contributing to the development of social mathematics and ethnomathematics studies based on local culture.

Keywords: *dalihan na tolu, ethnomathematics, directed graph, batak toba kinship system, tarombo.*

Pendahuluan

Masyarakat Batak Toba merupakan salah satu etnis besar di Sumatera Utara yang memiliki sistem kekerabatan kompleks yang dikenal sebagai *Dalihan Na Tolu*, yaitu sistem sosial yang bermakna “tungku yang tiga” (Firmando & Agama, 2021; Oktovia et al., 2025). Sistem ini terdiri atas tiga unsur utama yaitu *hula-hula*, *boru*, dan *dongan sabutuha* yang masing-masing memiliki peran sosial berbeda namun saling berkaitan dalam menjaga keseimbangan hubungan sosial masyarakat (Saing, 2024; Silalahi, 2024; Turnip, 2022). Dalam praktiknya, *Dalihan Na Tolu* menjadi pedoman dalam berbagai aspek kehidupan seperti perkawinan, penyelesaian konflik, hingga sistem hukum adat dan hubungan sosial antar marga (Nuddin, 2025; Sitanggang & Hakim, 2025; Kamaluddin & Hasibuan, 2025).

Hubungan dalam sistem *Dalihan Na Tolu* bersifat hierarkis dan tidak simetris, misalnya *boru* berkewajiban menghormati *hula-hula* sedangkan *hula-hula* berperan sebagai pelindung dan pemberi restu. Pola hubungan ini membentuk jaringan sosial yang terstruktur dan dapat dimodelkan secara matematis menggunakan teori graf berarah, di mana simpul merepresentasikan marga atau individu dan sisi berarah merepresentasikan relasi sosial yang memiliki arah tertentu (Daniel & Taneo, 2020; Andriani et al., 2025). Selain itu, sistem perkawinan eksogami dalam masyarakat Batak Toba juga membentuk jaringan antarmarga yang kompleks dan dapat dianalisis menggunakan konsep graf dan social network analysis (Pohan, 2021; Utami et al., 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teori graf telah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Dalam bidang teknologi dan sistem informasi, graf digunakan untuk sistem rekomendasi media sosial (Abdillah et al., 2026) serta analisis keamanan jaringan (Julfianto, 2022). Dalam bidang pendidikan, teori graf terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan komunikasi matematis siswa (Andriani

et al., 2025; Rahma, 2025). Selain itu, penelitian juga menunjukkan pengembangan konsep graf dalam kajian matematika lanjutan seperti pewarnaan graf, graf kombinatorial, dan struktur aljabar graf (Komarullah & Fauzan, 2025; Masruro & Waluyo, 2023; Herawati, 2025).

Di sisi lain, kajian tentang *Dalihan Na Tolu* telah banyak dilakukan dalam perspektif budaya, sosial, hukum, dan pendidikan, seperti sebagai sistem keekerabatan dan harmoni sosial (Firmando & Agama, 2021; Hutasoit & Siagian, 2025), nilai karakter dan pendidikan sosial (Suharto et al., 2022; Saing, 2024), serta perubahan sosial dalam masyarakat Batak (Kaloko, 2024; Ritonga & Dora, 2024). Namun, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan sistem keekerabatan *Dalihan Na Tolu* dengan pemodelan teori graf berarah masih sangat terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur keekerabatan *Dalihan Na Tolu* dan merepresentasikannya dalam bentuk graf berarah sehingga dapat menggambarkan hubungan sosial masyarakat Batak Toba secara lebih sistematis, matematis, dan visual. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoretis berupa pengembangan kajian etnomatematika yang menghubungkan budaya dengan matematika (Siregar, 2025) serta manfaat praktis sebagai media pembelajaran matematika kontekstual yang membantu memahami struktur sosial masyarakat Batak Toba.

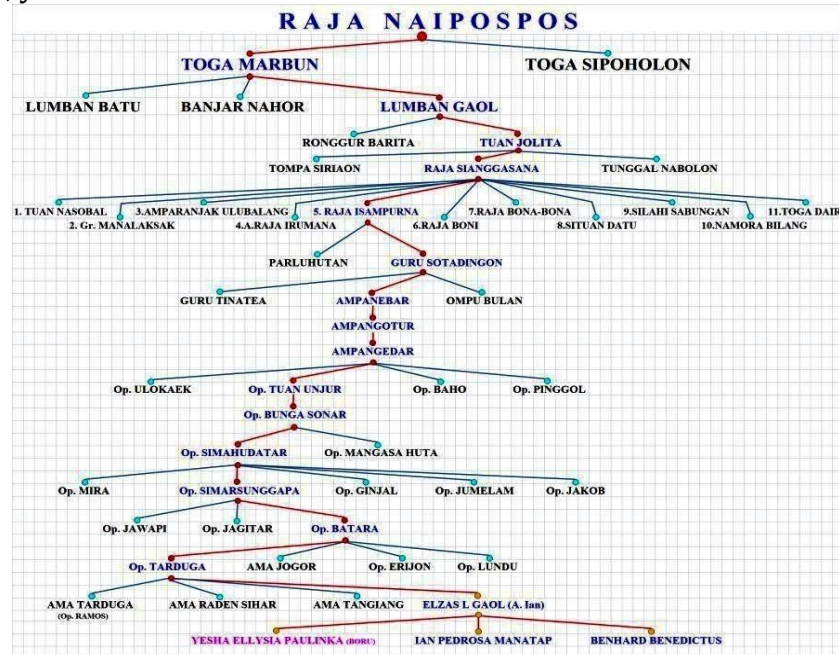
Metode

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan pemodelan matematika untuk menggambarkan sistem keekerabatan Batak Toba dalam konsep Dalihan Na Tolu melalui representasi graf pohon (*tree graph*) dan graf berarah (*directed graph*). Penelitian dilaksanakan pada April–Mei 2026 di Kuala Simpang, Kabupaten Aceh Tamiang, Provinsi Aceh, dengan subjek penelitian berupa satu informan utama, yaitu Elzas Lumban Gaol, keturunan Raja Nai Pospos dari marga Lumban Gaol yang dipilih melalui teknik *purposive sampling* karena memiliki pengetahuan mengenai tarombo, hubungan antar marga, dan sistem adat Batak Toba. Data penelitian terdiri atas data primer yang diperoleh melalui wawancara langsung mengenai garis keturunan, hubungan keekerabatan, serta peran hula-hula, dongan tubu, dan boru, serta data sekunder yang diperoleh dari observasi, dokumen tarombo Raja Nai Pospos, Toga Marbun, dan Lumban Gaol, serta literatur terkait teori graf, etnomatematika, dan sistem keekerabatan Batak Toba. Instrumen penelitian meliputi peneliti sebagai instrumen utama, pedoman wawancara, lembar observasi, dokumentasi tarombo, catatan lapangan, dan perangkat komputer untuk pemodelan graf. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, dan studi dokumentasi yang kemudian dianalisis melalui tahapan persiapan, pengumpulan data, reduksi dan klasifikasi data, abstraksi matematis, pemodelan graf, analisis, serta validasi model kepada informan. Data yang telah diklasifikasikan dikonversi menjadi himpunan simpul (*vertex*) dan sisi (*edge*) untuk membentuk graf pohon yang menggambarkan garis keturunan patrilineal serta graf berarah yang merepresentasikan hubungan adat dalam Dalihan Na Tolu. Analisis data dilakukan menggunakan model Miles dan Huberman melalui reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi, kemudian dilanjutkan dengan analisis teori graf berupa identifikasi simpul dan sisi, derajat simpul (*in-degree* dan *out-degree*), lintasan (*path*), matriks ketetanggaan (*adjacency matrix*), serta siklus hubungan perkawinan antar marga. Hasil analisis diharapkan menghasilkan model matematis yang mampu menggambarkan struktur sistem keekerabatan Batak Toba secara sistematis, visual, dan terukur.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan data tarombo Raja Nai Pospos, khususnya pada garis keturunan Toga Marbun dan Lumban Gaol. Data diperoleh melalui studi dokumen silsilah, observasi, dan wawancara dengan salah satu keluarga keturunan Lumban Gaol, yaitu Elzas Lumban Gaol.

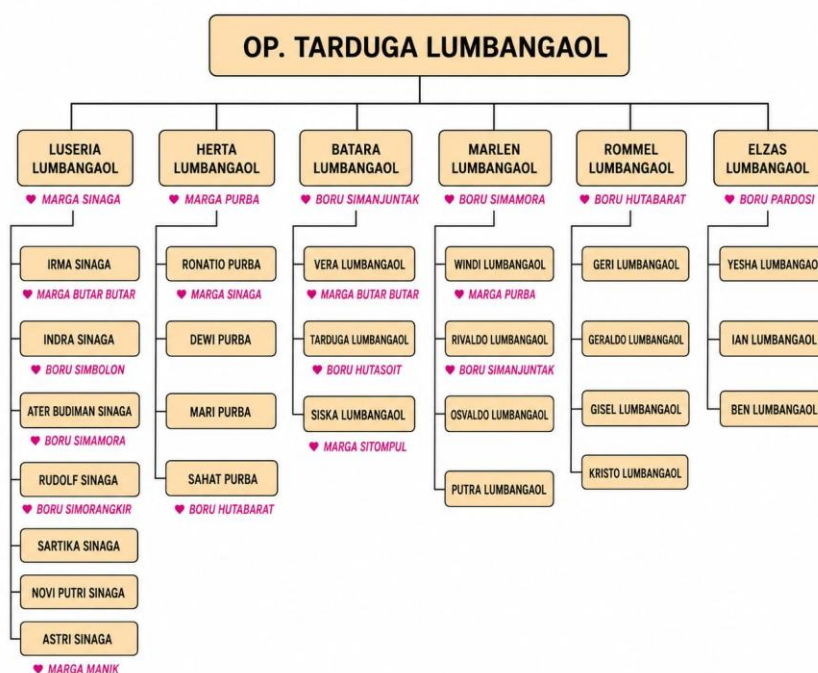


Gambar 1. Dokumen Silsilah Raja Naipospos

Berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa masyarakat Batak Toba masih mempertahankan sistem kekerabatan patrilineal. Elzas Lumban Gaol menyatakan bahwa *"molo di hita halak Batak, hita tong do magihuthon silsilah sian among ta"* yang berarti masyarakat Batak tetap mengikuti garis keturunan dari pihak ayah. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa tarombo masih menjadi dasar dalam menentukan identitas marga, hubungan keluarga, serta kedudukan seseorang dalam adat Batak Toba.

Informan juga menjelaskan bahwa aturan perkawinan adat masih dijalankan, sebagaimana pernyataan *"dang boi hita muli dohot na samarga ta"* yang berarti seseorang tidak diperbolehkan menikah dengan orang yang memiliki marga yang sama. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem Dalihan Na Tolu masih berfungsi sebagai pedoman sosial dalam kehidupan masyarakat Batak Toba.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa keluarga Lumban Gaol memiliki hubungan perkawinan dengan beberapa marga lain seperti Sinaga, Purba, Simanjuntak, Simamora, Hutabarat, dan Pardosi. Hubungan-hubungan tersebut menjadi dasar pembentukan model graf dalam penelitian ini.



Gambar 2. Gambaran Hasil Wawancara

Data hasil wawancara kemudian dikonversi ke dalam bentuk matematis menggunakan teori graf untuk menggambarkan struktur hubungan keturunan dan hubungan perkawinan secara sistematis.

Pembentukan Model Graf

Penentuan Himpunan Simpul

Berdasarkan data tarombo dan hasil wawancara diperoleh himpunan simpul:

$$V = \{Raja\ Nai\ Pospos, Toga\ Marbun, Lumban\ Gaol, Luseria\ L.\ G, Herta\ L.\ G, Batara\ L.\ G, Marlen\ L.\ G, Rommel\ L.\ G, Elzas\ L.\ G, Sinaga, Purba, Simanjuntak, Simamora, Hutabarat, Pardosi, Butarbutar, Simorangkir, Manik, Hutasoit, Simatupang\}$$

Himpunan simpul terdiri atas simpul individu dan simpul marga. Simpul individu merepresentasikan tokoh atau anggota keluarga tertentu, sedangkan simpul marga merepresentasikan kelompok kekerabatan yang terhubung melalui hubungan perkawinan.

Dalam teori graf, simpul digunakan untuk merepresentasikan objek yang saling berhubungan dalam suatu sistem. Oleh karena itu, penggunaan simpul dalam penelitian ini memungkinkan struktur kekerabatan Batak Toba divisualisasikan sebagai jaringan hubungan sosial yang terukur.

Penentuan Himpunan Sisi

Hubungan keturunan direpresentasikan oleh himpunan sisi:

$$E_1 = \{(\cdot, \cdot)\}$$

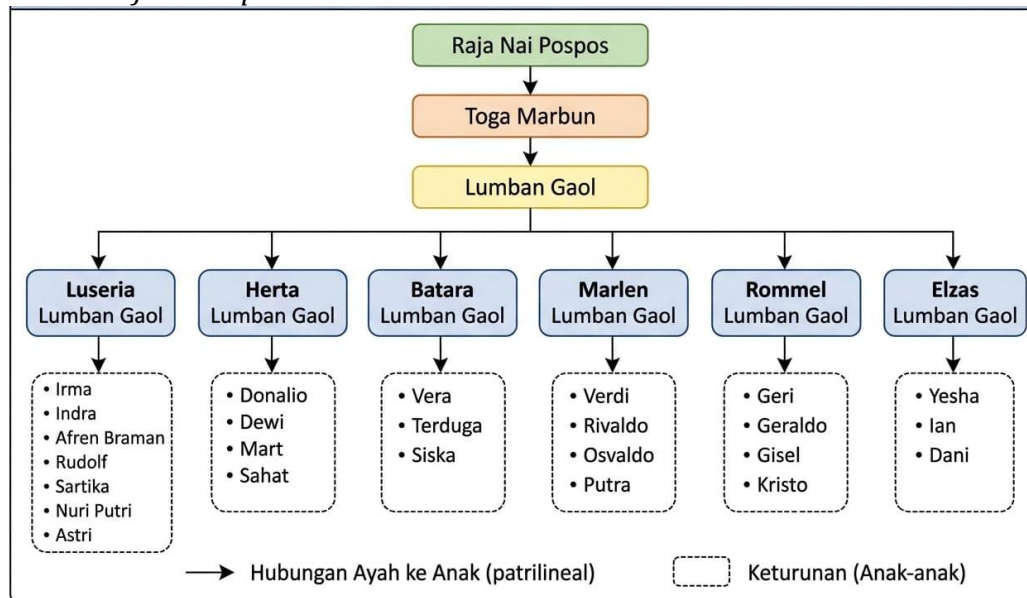
Sedangkan hubungan perkawinan direpresentasikan oleh:

$$E_2 = \{(\cdot, \cdot)\}$$

Himpunan sisi menunjukkan bahwa terdapat dua jenis relasi utama dalam sistem

kekerabatan Batak Toba, yaitu hubungan patrilineal dan hubungan perkawinan. Hubungan patrilineal membentuk struktur hierarkis, sedangkan hubungan perkawinan membentuk jaringan sosial yang menghubungkan berbagai marga.

Pemodelan Graf Pohon pada Garis Keturunan Patrilineal



Gambar 3. Graff Pohon (Tree), Garis Keturunan Patrilineal

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa silsilah Raja Nai Pospos membentuk graf pohon dengan Raja Nai Pospos sebagai simpul akar (*root node*). Dari simpul tersebut terbentuk cabang menuju Toga Marbun dan selanjutnya menuju Lumban Gaol serta keturunannya.

Graf yang terbentuk tidak memiliki siklus (*cycle*) dan setiap simpul keturunan hanya memiliki satu pendahulu. Karakteristik tersebut sesuai dengan definisi graf pohon dalam teori graf yang menyatakan bahwa suatu pohon merupakan graf terhubung yang tidak mengandung siklus.

Temuan ini mendukung penelitian Firmando dan Agama (2021) yang menyatakan bahwa masyarakat Batak Toba menganut sistem patrilineal, yaitu sistem pewarisan identitas keluarga berdasarkan garis ayah. Dengan demikian, graf pohon menjadi model yang tepat untuk merepresentasikan struktur keturunan Batak Toba.

Pemodelan Graf Berarah dalam Sistem Dalihan Na Tolu

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur kekerabatan *Dalihan Na Tolu* dan merepresentasikannya dalam bentuk graf berarah sehingga dapat menggambarkan hubungan sosial masyarakat Batak Toba secara lebih sistematis, matematis, dan visual. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoretis berupa pengembangan kajian etnomatematika yang menghubungkan budaya dengan matematika (Siregar, 2025) serta manfaat praktis sebagai media pembelajaran matematika kontekstual yang membantu memahami struktur sosial masyarakat Batak Toba.



Gambar 4. Graf Berarah, Sistem Dalihan Natolu

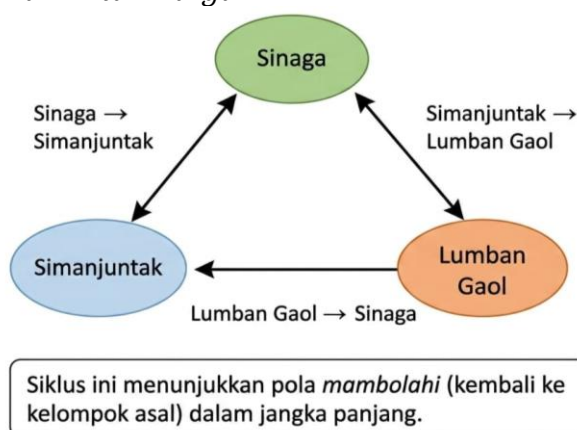
Graf berarah digunakan untuk memodelkan hubungan antara hula-hula, boru, dan dongan sabutuha dalam sistem Dalihan Na Tolu. Simpul pada graf merepresentasikan marga, sedangkan sisi berarah menunjukkan hubungan adat yang terbentuk melalui perkawinan.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa marga Lumban Gaol memiliki hubungan dengan berbagai marga lain, seperti Sinaga, Purba, Simanjuntak, Simamora, Hutabarat, Pardosi, Hutasoit, Simatupang, Simbolon, Butarbutar, dan Simorangkir.

Hubungan tersebut bersifat asimetris. Sebagai contoh, hubungan Lumban Gaol terhadap Sinaga tidak memiliki makna adat yang sama dengan hubungan Sinaga terhadap Lumban Gaol. Kondisi ini sesuai dengan karakteristik graf berarah, di mana busur $(u,v)(u,v)(u,v)$ berbeda dengan $(v,u)(v,u)(v,u)$.

Temuan ini mendukung penelitian Silalahi (2024) yang menyatakan bahwa kedudukan hula-hula, boru, dan dongan sabutuha memiliki fungsi sosial yang berbeda sehingga hubungan antar kelompok kekerabatan tidak bersifat setara dalam seluruh konteks adat.

Analisis Siklus Perkawinan Antar Marga



Gambar 5. Contoh Siklus Perkawinan Antar Marga

Hasil penelitian menunjukkan adanya pola siklus hubungan antar marga yang dapat direpresentasikan sebagai:

Lumban Gaol → Sinaga → Simanjuntak → Lumban Gaol

Keberadaan siklus menunjukkan bahwa hubungan perkawinan tidak bersifat linear. Dalam adat Batak Toba, pola ini menggambarkan konsep *mambolahi*, yaitu kemungkinan terjadinya hubungan perkawinan kembali antar kelompok marga pada generasi berikutnya.

Dari sudut pandang teori graf, keberadaan lintasan tertutup menunjukkan bahwa jaringan sosial yang terbentuk bukan merupakan graf asiklik. Temuan ini memperlihatkan bahwa hubungan adat Batak Toba bersifat dinamis dan terus berkembang dari generasi ke generasi.

Analisis Matriks Ketetanggaan

Dari \ Ke	LG	Sinaga	Purba	Simanjuntak	Simamora	Hutabarat	Pardosi
LG	0	1	1	1	1	1	1
Sinaga	1	0	0	1	0	0	0
Purba	1	0	0	0	1	0	0
Simanjuntak	0	1	0	0	0	1	0
Simamora	0	0	0	1	0	0	1
Hutabarat	0	0	1	0	1	0	1
Pardosi	1	0	0	0	0	0	0

Keterangan:

1 = ada relasi berarah

0 = tidak ada relasi berarah

LG = Lumban Gaol

Gambar 6. Matriks Ketetanggaan

Matriks ketetanggaan digunakan untuk merepresentasikan hubungan antar simpul dalam bentuk aljabar. Nilai 1 menunjukkan adanya hubungan antar simpul, sedangkan nilai 0 menunjukkan tidak adanya hubungan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa matriks yang terbentuk tidak bersifat simetris. Hal ini memperkuat hasil pemodelan graf berarah yang menunjukkan bahwa hubungan adat Batak Toba memiliki arah dan makna tertentu.

Selain itu, matriks ketetanggaan mempermudah identifikasi hubungan langsung maupun tidak langsung antar marga sehingga pola keterhubungan jaringan sosial dapat dianalisis secara lebih sistematis.

Analisis In-Degree dan Out-Degree

Simpul	In-Degree (d^-) (jumlah panah masuk)	Out-Degree (d^+) (jumlah panah keluar)	Keterangan
Lumban Gaol	4	6	Pusat refasi, bamberi memberi hubungan
Sinaga	2	2	Saling berelasi
Purba	2	2	Saling berelasi
Simanjuntak	2	2	Saling berelasi
Simamora	2	2	Saling berelasi
Hutabarat	2	2	Saling berelasi
Pardosi	2	2	Saling berelasi

Gambar 7. Matriks Ketetangaan

Hasil analisis menunjukkan bahwa simpul Lumban Gaol memiliki nilai *out-degree* tertinggi, yaitu sebesar 6. Nilai tersebut menunjukkan bahwa marga Lumban Gaol memiliki hubungan dengan enam marga lain melalui perkawinan.

Dalam teori graf, simpul dengan nilai degree yang tinggi cenderung berperan sebagai simpul pusat (*central node*) dalam jaringan. Oleh karena itu, marga Lumban Gaol dapat dikatakan memiliki posisi yang penting dalam jaringan kekerabatan yang dianalisis.

Temuan ini menunjukkan bahwa sistem Dalihan Na Tolu membentuk jaringan sosial yang saling terhubung dan tidak berdiri sendiri. Setiap marga dapat berperan sebagai hula-hula, boru, maupun dongan sabutuha sesuai konteks hubungan yang terjadi.

Pembahasan

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kekerabatan Batak Toba dalam konsep Dalihan Na Tolu dapat direpresentasikan menggunakan teori graf. Sistem keturunan patrilineal membentuk graf pohon yang bersifat hierarkis dan tidak memiliki siklus, sedangkan hubungan adat dan perkawinan membentuk graf berarah yang kompleks dan dinamis.

Hasil penelitian ini mendukung penelitian Firmando dan Agama (2021), Butarbutar et al. (2020), serta Silalahi (2024) yang menyatakan bahwa Dalihan Na Tolu merupakan sistem sosial yang terstruktur berdasarkan hubungan kekerabatan. Namun demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru berupa representasi matematis menggunakan teori graf yang mampu menggambarkan struktur sosial Batak Toba secara visual dan terukur.

Selain memperlihatkan hubungan keturunan, model graf yang dibangun juga mampu menunjukkan pola keterhubungan antar marga, keberadaan siklus perkawinan, serta tingkat sentralitas suatu marga dalam jaringan sosial. Temuan ini sejalan dengan konsep etnomatematika yang menyatakan bahwa praktik budaya dapat dianalisis menggunakan konsep-konsep matematika. Dengan demikian, teori graf dapat digunakan sebagai pendekatan alternatif untuk memahami struktur sosial masyarakat Batak Toba secara lebih sistematis.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan tujuan penelitian untuk menganalisis struktur kekerabatan Batak Toba dalam sistem Dalihan Na Tolu, diperoleh bahwa sistem kekerabatan Batak Toba bersifat patrilineal sehingga garis keturunannya membentuk struktur hierarkis yang dapat direpresentasikan sebagai graf pohon. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa silsilah keturunan Raja Nai Pospos, khususnya pada garis Toga Marbun dan Lumban Gaol, membentuk graf terhubung tanpa siklus, di mana setiap individu memiliki satu garis keturunan dari pihak ayah. Selain itu, hubungan perkawinan antar marga membentuk jaringan sosial yang lebih kompleks dan memungkinkan terbentuknya siklus hubungan antarmarga yang menggambarkan konsep mambolahi dalam adat Batak Toba.

Berdasarkan tujuan penelitian untuk merepresentasikan sistem Dalihan Na Tolu dalam bentuk graf berarah, diperoleh bahwa hubungan antara hula-hula, boru, dan dongan sabutuha dapat dimodelkan menggunakan graf berarah karena setiap hubungan memiliki arah, fungsi, dan makna sosial yang berbeda. Analisis graf berarah melalui matriks ketetanggaan, in-degree, dan out-degree menunjukkan adanya perbedaan tingkat keterhubungan antar marga dalam jaringan sosial yang terbentuk. Dengan demikian, teori graf berarah mampu merepresentasikan struktur sosial masyarakat Batak Toba secara sistematis, visual, dan matematis, sekaligus menunjukkan keterkaitan antara budaya lokal dengan konsep matematika dalam kajian etnomatematika.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data tarombo yang lebih luas dan melibatkan lebih banyak hubungan antar marga agar representasi jaringan kekerabatan Batak Toba dapat digambarkan secara lebih menyeluruh. Selain itu, penggunaan perangkat lunak analisis graf atau *Social Network Analysis* (SNA) dapat dikembangkan untuk menghasilkan visualisasi dan analisis jaringan yang lebih kompleks. Pendekatan serupa juga dapat diterapkan pada sistem kekerabatan suku lain di Indonesia sebagai upaya pengembangan kajian etnomatematika berbasis budaya lokal

Referensi

- Abdillah, M. R., Saelan, A., & Ismail, I. (2026). Studi literatur penerapan teori graf dalam rekomendasi teman di media sosial. *Jurnal Sistem Informasi, Sains Data, dan Informatika*, 1(1), 1–5.
- Andriani, A., Damanik, N. G., Damanik, T., Kembaren, S. N. B., Hutagalung, C. F., Harahap, D. M., et al. (2025). Studi literatur: Pembelajaran teori graph sebagai alat untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(2), 670–680.
- Butarbutar, R. D., Milala, R., & Paunganan, D. D. (2020). Dalihan na tolu sebagai sistem kekerabatan Batak Toba dan rekonstruksinya berdasarkan teologi persahabatan kekristenan. *Dharmasmrti*, 20(2), 21–28.
- Daniel, F., & Taneo, P. N. (2020). *Teori graf*. Deepublish.
- Firmando, H. B., & Agama, S. (2021). Kearifan lokal sistem kekerabatan dalihan na tolu dalam merajut harmoni sosial di kawasan Danau Toba. *Aceh Anthropological Journal*, 5(1), 16–36.
- Harahap, H. K., Sakdiah, H., Rahmadani, N., Sari, N. M., & Nasution, K. (2026). Fungsi dalihan na tolu sebagai sistem pendidikan sosial dalam kehidupan masyarakat Mandailing. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 710–721.
- Harahap, I. (2023). Perkawinan adat suku Batak dengan Minangkabau: Model integrasi budaya.

- Herawati, M. V. A. (2025). Pembentukan graf orde dari grup berhingga. In Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNPM) (Vol. 1, pp. 583–589).
- Hutasoit, N., & Siagian, R. J. (2025). Integrasi dalihan na tolu ke dalam pelayanan gereja: Studi teologi kontekstual budaya Batak. *MARSAHALA: Journal of Religious and Cultural Studies*, 1(1), 1–11.
- Irmayanti, A. (2024). Basis dan dimensi ruang eigen matriks ketetanggaan graf lollipop (Disertasi doktor, Universitas Hasanuddin).
- Julfianto, I. T. (2022). Implementasi sistem identifikasi malicious host activity menggunakan visualisasi graph berdasarkan ARP request. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(1), 466–472.
- Kaloko, I. S. I. (2024). Tradisi mangain: Pemberian marga bagi non-Batak di Desa Lingga Tengah Kabupaten Dairi. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Scientific Studies*, 2(1), 117–124.
- Kamaluddin, M. A., & Hasibuan, H. A. (2025). Peran Dalihan Natolu dalam moderasi beragama. CV. Alfa Pustaka.
- Komarullah, H., & Fauzan, A. (2025). Pemanfaatan pewarnaan graf menggunakan algoritma Welch–Powell dalam menyusun jadwal ronda. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi "SainTek"* (Vol. 2, No. 2, pp. 923–930).
- Lumbantoruan, I. M. (2026). Analisis adat dalihan natolu dalam memperkuat persatuan pada masyarakat suku Batak Toba di Kota Jambi (Disertasi doktor, Universitas Jambi).
- Masruro, E. T. W., & Waluyo, E. (2023). Bilangan kromatik graceful pada subdivisi graf siklus comb graf star.
- Nuddin, M. (2025). Pendidikan Islam multikultural: Falsafah Dalihan Na Tolu Suku Batak Angkola Mandailing. Penerbit Adab.
- Oktovia, D., Dora, N., Nasution, S. H., & Ruwina, Y. (2025). Dalihan na tolu sebagai falsafah etnik Batak di Sumatera Utara. *Jurnal Ilmiah Nusantara*, 2(2), 462–467.
- Panjaitan, R. E., Pinem, E. R. B., Ginting, A. A., Ndraha, D., Barus, C. C. B., Siregar, A. A., et al. (2026). Sistem kekerabatan dan ungkapan budaya di kawasan Danau Toba. *CJH: Cakrawala Journal of Humanities (Language, Literature, and Culture)*, 1(1), 36–41.
- Pranata, B., Laia, Y., & Gaol, M. L. (2019). Perancangan sistem penyusunan marga suku Batak Toba berbasis web. *Jurnal Sistem Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(1), 17–23.
- Pohan, M. (2021). Fenomena dan faktor perkawinan semarga. *Al-Qadha: Jurnal Hukum Islam dan Perundang-Undangan*, 8(1), 67–84.
- Rahma, N. (2025). Representasi graf dalam kemampuan komunikasi matematis pada pembelajaran segitiga (Disertasi doktor, IAIN Parepare).
- Ritonga, R. A. A., & Dora, N. (2024). Memelihara adat Mandailing mengalap boru di era modernisasi pada Desa Pematang Simalungun. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Scientific Studies*, 2(1), 93–97.
- Rumangun, J. P. E., Haurissa, Y., Putiray, J., Matruty, R. G. I., Simanjuntak, V. W., Mantaiborbir, R. S., et al. (2024). Hukum adat perlindungan anak. Tohar Media.
- Saing, P. E. (2024). Nilai-nilai karakter dalihan na tolu dan relevansinya terhadap pembelajaran sejarah di SMAN 1 Ujung Padang (Disertasi doktor, Universitas Jambi).
- Siagian, C. T. R. (2023). Kaitan sistem kekerabatan dalihan na tolu dengan arsitektur tradisional Batak Toba. *IJTIMAIYAH: Jurnal Ilmu Sosial dan Budaya*, 7(2), 38–52.
- Siahaan, A. (2016). Akibat perkawinan semarga menurut hukum adat Batak Toba. *Novum: Jurnal Hukum*.
- Silalahi, C. D. M. (2024). Dalihan na tolu: Trilogi sistem komunikasi interpersonal masyarakat Batak. Mega Press Nusantara.

- Sitanggang, R., & Hakim, A. R. (2025). Dalihan na tolu: Falsafah perantau Batak Toba dalam membangun solidaritas di Kota Banjarmasin. *Huma: Jurnal Sosiologi*, 4(1), 50–60.
- Siregar, T. (2025). Integrasi etnomatematika dengan kearifan budaya lokal. *Goresan Pena*.
- Suharto, R. D., Hidayah, N., & Apriani, R. (2022). Nilai-nilai kekerabatan dalihan na tolu untuk mengarahkan meaning of life siswa perantau beretnis Batak Mandailing muslim. *Buletin Konseling Inovatif*, 2(1), 5.
- Turnip, J. M. (2022). Umpasa dan umpama: Lumbung petuah dan filosofi Batak Toba. PT Kanisius.
- Utami, S. R., Safitri, R. N., & Kuncoroyakti, Y. A. (2021). Analisis jaringan dan aktor #BatalkanOmnibusLaw di media sosial Twitter menggunakan social network analysis (SNA). *Journal of Media and Communication Science*, 4(3), 135–148.