

Pemodelan Hubungan Politik Negara-Negara ASEAN Menggunakan Teori Graf Berbobot

Ahmad Wafi Idzharulhaqq - 13523131¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

awafi670@gmail.com, 13523131@std.stei.itb.ac.id

Abstract—This research employs weighted graph theory to study the political interactions among ASEAN member states, providing a structured and data-driven approach to understanding regional relationships. By representing each country as a node and their interactions (such as trade agreements, alliances, or conflicts) as weighted edges, the intensity of these connections can be quantified. Using the logarithmic ratio of cooperative and conflictual interactions, scores are calculated and organized into a sociomatrix, which visualizes the network of relationships within the region. This analysis identifies areas of strong cooperation, potential sources of tension, and isolated actors, offering a clearer view of ASEAN's interconnected dynamics. The findings aim to support policymakers in enhancing collaboration, addressing conflicts, and promoting stability within the region. By applying graph theory, this study not only sheds light on the complexities of ASEAN's political ties but also provides a practical method for analyzing similar networks in other international contexts.

Keywords—ASEAN, Political Relation, Weighted Graph, Sociomatrix

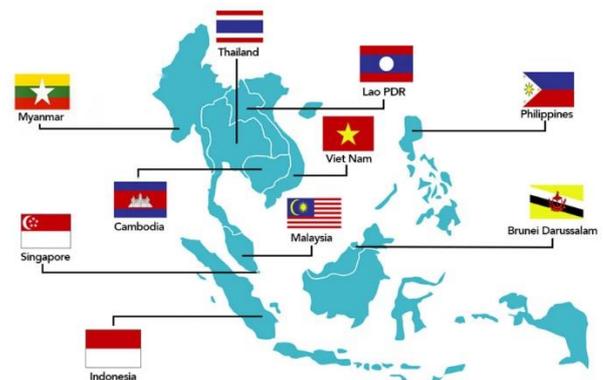
1. INTRODUCTION

Asia Tenggara, wilayah dengan luas daratan mencapai 4.495.238 km persegi [1]. Wilayah ini melingkupi 11 negara dengan jumlah total populasi mencapai 698.613.182 jiwa [2], setara dengan 8,09% dari total penduduk dunia. Terletak di Timur benua India dan selatan Tiongkok, wilayah Asia Tenggara memiliki berbagai keuntungan terutama secara geografis. Berada di antara dua benua dan dua Samudra (benua Asia-Australia dan samudra Hindia-Pasifik) membuat Asia Tenggara memainkan peran yang penting dalam geopolitik global. Sebelum penetrasi dari kepentingan Eropa, Asia Tenggara sudah menjadi bagian penting dari system perdagangan dunia. Selain berlatar lokasinya yang sangat strategis sebagai jalur perdagangan antar benua, tetapi karena sumber daya alamnya yang melimpah. Wilayah ini terus berkembang sebagai pusat pertumbuhan ekonomi dan budaya, membuat studi regional maupun internasional sebagai hal yang penting untuk dilakukan untuk memperkuat stabilitas dan menciptakan kerja sama yang lebih erat [1].

Asia Tenggara mencakup 11 negara dengan dua bagian yang berbeda. Daratan utama atau sering disebut *mainland* sebagai bagian yang kontinental, dan bagian insular berupa negara-negara *archipelago* di bagian timur dan selatan *mainland*. Bagian *mainland* terbagi menjadi negara Kamboja, Lao PDR, Myanmar, Vietnam, Thailand, dan Singapura. Negara-negara lainnya yang tidak terdapat pada *mainland* merupakan negara *archipelago* yang memiliki tersusun atas kepulauan, seperti

Indonesia, Filipina, Brunei, dan Malaysia [1].

Negara-negara yang berada di wilayah Asia Tenggara memiliki latar belakang sejarah yang panjang dan tidak pernah lepas dari dinamika global yang sedang terjadi. Seperti pada saat Perang Dingin yang terjadi di antara Amerika Serikat dan Uni Soviet tahun 1947 hingga 1991. Wilayah Asia Tenggara menjadi medan perebutan akan pengaruh yang berdampak pada pembentukan aliansi ekonomi dan politik [3]. Pasca perang dingin, terdapat upaya kolektif di dalam Kawasan Asia Tenggara untuk membangun hubungan multilateral demi mencapai stabilitas dari setiap negara. Salah satu hasil dari upaya yang dilakukan adalah pembentukan sebuah asosiasi bernama Association of Southeast Asian Nation (ASEAN) yang berfungsi sebagai koordinator untuk memfasilitasi pembuatan keputusan efektif di dalam dan di antara badan-badan ASEAN [4].



Gambar 1.1 Peta Negara Anggota ASEAN

(Sumber: [Trade Agreements | Introduction to Business](#))

Namun demikian, hubungan antarnegara di Asia Tenggara tetap diwarnai oleh konflik dan tantangan. Contohnya adalah sengketa Laut China Selatan yang melibatkan beberapa negara anggota ASEAN, termasuk Vietnam, Filipina, dan Malaysia, yang memiliki klaim tumpang tindih terhadap wilayah perairan strategis tersebut. Di sisi lain, hubungan bilateral, seperti antara Indonesia dan Malaysia, sering kali menghadapi dinamika yang rumit akibat isu seperti pekerja migran, perbatasan, dan eksploitasi sumber daya alam [5].

Dalam konteks modern, meningkatnya pengaruh kekuatan global seperti China dan Amerika Serikat di Asia Tenggara turut memengaruhi pola hubungan politik di kawasan ini. China, misalnya, telah menjadi mitra dagang terbesar bagi sebagian

besar negara ASEAN melalui inisiatif Belt and Road Initiative (BRI), tetapi juga menghadirkan tantangan geopolitik, terutama terkait sengketa wilayah dan strategi pengaruh ekonomi [6].

Untuk memahami hubungan kompleks ini, diperlukan pendekatan sistematis yang mampu memetakan pola hubungan antarnegara secara kuantitatif. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah teori graf berbobot. Dalam konteks negara-negara anggota ASEAN, simpul pada graf dapat merepresentasikan negara, sedangkan sisi menggambarkan hubungan bilateral, baik dalam bentuk kerja sama maupun konflik. Bobot pada sisi dapat disesuaikan berdasarkan intensitas hubungan, seperti volume perdagangan, frekuensi latihan militer, atau skor diplomasi [7].

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan jaringan hubungan politik negara-negara di Asia Tenggara menggunakan teori graf berbobot. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika hubungan antarnegara, pola aliansi, dan potensi konflik di kawasan ini. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi negara-negara yang memiliki peran sentral dalam jaringan politik kawasan, serta memberikan rekomendasi untuk memperkuat kerja sama regional berdasarkan hasil analisis graf.

2. DASAR TEORI

2.1 Definisi dan Struktur Graf

Teori graf merupakan sebuah studi tentang graf, yaitu sebuah struktur matematika yang digunakan untuk memodelkan relasi di antara objek [8]. Graf umum didefinisikan dalam bentuk persamaan matematis sebagai:

$$G = (V, E)$$

Sebuah graf (G) tersusun atas himpunan V atau $V(G)$, dan sebuah koleksi E , atau $E(G)$ yang tersusun atas pasangan tidak berurutan $\{u, v\}$. Setiap elemen V disebut sebagai titik simpul (node atau vertex), dan setiap E disebut sebagai sisi (edge) atau tautan, dengan u, v secara berurutan merupakan titik simpul awal dan titik simpul akhir sebuah $E(G)$. Himpunan V merupakan himpunan tidak kosong, sedangkan himpunan E dapat berupa himpunan kosong [9].

$V(G)$ berupa himpunan simpul yang tidak kosong, misalnya:

$$V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$$

$E(G)$ berupa koleksi sisi, misalnya:

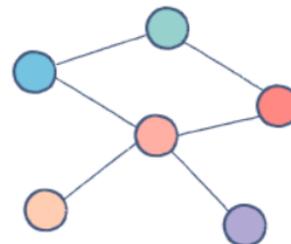
$$E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$$

Setiap sisi dalam graf menghubungkan dua simpul, dalam hal ini $\{u, v\}$ dengan $u, v \in V$. Dua buah simpul dikatakan bertetangga (*adjacent*) jika keduanya langsung dihubungkan oleh sebuah simpul. Sisi yang menghubungkan kedua simpul akan secara otomatis bersisian (*incidency*) dengan simpul-simpul tersebut. Simpul yang tidak dihubungkan oleh sisi manapun akan menjadi simpul terpencil (*isolated vertex*), dan graf dengan E yang kosong akan menjadi sebuah *null graph* atau graf kosong. Derajat sebuah simpul merupakan jumlah dari sisi yang letaknya bersisian dengan simpul tersebut [10].

2.2 Jenis-Jenis Graf

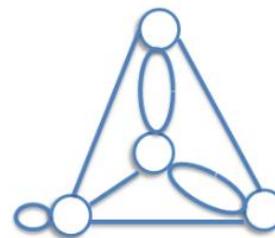
Graf memiliki berbagai jenis tergantung pada komponen penyusun dan sifatnya. Beberapa jenis graf diantaranya seperti:

1) *Graf Sederhana* merupakan graf yang tidak memiliki sisi ganda ataupun gelang. Setiap simpul dalam graf sederhana hanya dipasangkan oleh satu sisi dan tidak ada simpul yang dihubungkan kepada dirinya sendiri.



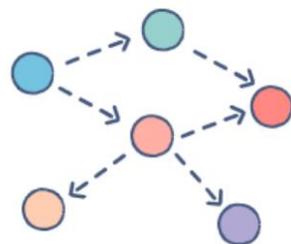
Gambar 2.1 Graf Sederhana
(Sumber: educative.io)

2) *Graf Tidak Sederhana* merupakan graf yang memiliki sisi ganda atau gelang.



Gambar 2.2 Graf Tidak Sederhana
(Sumber: scanftree.com)

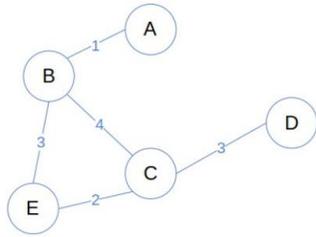
3) *Graf Berarah* merupakan graf yang memiliki arah pada setiap sisinya. Sisi akan menunjukkan arah dari simpul awal menuju simpul akhir. Graf ini sering digunakan untuk menggambarkan pengaruh atau alur informasi.



Gambar 2.2 Graf Berarah
(Sumber: educative.io)

4) *Graf Tidak Berarah* merupakan graf yang sisinya tidak memiliki arah, sehingga hubungan antara dua simpul berlaku dua arah. Graaf ini seringkali digunakan dalam pemodelan jaringan yang simetris, misal seperti jaringan individu dalam kehidupan sosial.

5) *Graf Berbobot* merupakan graf yang setiap sisinya memiliki nilai atau bobot yang menunjukkan intensitas hubungan antar simpul yang dihubungkan. Graf ini berguna dalam pemetaan dan analisis hubungan antara dua variable menggunakan nilai tertentu.



Gambar 2.3 Graf Berbobot
(Sumber: baeldung.com)

2.3 Graf Berbobot dalam Konteks Politik ASEAN

Graf berbobot adalah alat analisis yang sering digunakan dalam jaringan sosial maupun jaringan politik untuk merepresentasikan hubungan antarindividu atau entitas. Dalam jaringan sosial, hubungan tersebut mencakup kerja sama, interaksi personal, atau aliran informasi. Di sisi lain, dalam jaringan politik, graf berbobot berfungsi untuk merepresentasikan hubungan antarnegara berdasarkan parameter seperti perdagangan, diplomasi, aliansi politik, atau konflik. Intensitas atau kualitas hubungan ini dicerminkan oleh bobot sisi yang menghubungkan simpul-simpul dalam graf tersebut [11].

Dalam konteks politik internasional, hubungan antarnegara sering kali dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kepentingan ekonomi, ideologi politik, dan pengaruh dari kekuatan global seperti Amerika Serikat atau China. Dengan menggunakan teori graf berbobot, analisis ini mampu memetakan dinamika hubungan antarnegara, membantu mengidentifikasi potensi konflik, dan mengevaluasi peluang kerja sama di kawasan tertentu [11].

2.3 Kuantisasi Hubungan Politik

Dalam penelitian [11] kuantisasi hubungan politik, dikembangkan sebuah pendekatan untuk mengukur hubungan politik antara dua negara menggunakan pendekatan faktor laten. Pada pembahasan ini akan diambil tahapan awal dari metode tersebut, yaitu perhitungan skor dyadik.

Sepasang objek, kumpulan objek, atau kumpulan *node* dikatakan sebagai *dyad*. Sebuah variabel yang diukur dalam kumpulan *dyads* disebut dengan *dyadic variable*. Data yang diukur atau dijadikan referensi dapat berupa data jaringan, data hubungan, atau data interaksi antar *dyad* [12]. Diberikan sebanyak n objek. Interaksi antar objek dapat digambarkan dengan memasang setiap objek satu sama lain. Misal, i dan j adalah objek-objek yang telah didefinisikan sebelumnya. Metode ini akan bekerja dengan mencari skor hubungan di antara dua aktor yang akan diamati. Setiap hubungan dapat dikategorikan menjadi *interaksi kooperatif* (m_{ij}^+) dan *interaksi konfliktual* (m_{ij}^-). Interaksi di antara kedua aktor dapat diukur melalui y_{ij} , yaitu logaritma natural dari rasio jumlah interaksi kooperatif terhadap interaksi konfliktual. Penyesuaian konstanta dilakukan pada kedua interaksi untuk menghindari nilai nol.

$$y_{ij} = \ln \left(\frac{m_{ij}^+ + 1}{m_{ij}^- + 1} \right)$$

Rasio dari setiap pasangan objek kemudian direpresentasikan dalam bentuk *sociomatrix* berupa matriks \mathbf{Y} berukuran $n \times n$, dengan n merupakan banyaknya objek. Matriks \mathbf{Y} berisi nilai-nilai rasio interaksi antara dua objek yang diamati, di mana elemen y_{ij} pada baris i dan kolom j merepresentasikan intensitas hubungan antara objek i dan j . Nilai y_{ij} dapat bernilai positif, negatif, atau nol, bergantung pada dominasi interaksi kooperatif (m_{ij}^+) atau konfliktual (m_{ij}^-) di antara pasangan objek tersebut.

	a1	a2	a3	a4
a1	0	y_{12}	y_{13}	y_{14}
a2	y_{21}	0	y_{23}	y_{24}
a3	y_{31}	y_{32}	0	y_{34}
a4	y_{41}	y_{42}	y_{43}	0

Gambar 2.4 Visualisasi \mathbf{Y} dalam bentuk tabel

Dengan menggunakan metode ini, kita dapat menentukan ukuran intensitas hubungan di antara dua objek dengan lebih baik. Data dalam matriks menunjukkan intensitas dan kualitas hubungan di antara dua objek berdasarkan variabel yang dijadikan basis perbandingan sebelumnya.

3. METODE

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi berbasis teori graf berbobot untuk memodelkan hubungan politik antarnegara ASEAN. Metode ini tidak menggunakan data asli melainkan data simulasi yang dibuat berdasarkan asumsi realistik terkait interaksi antarnegara. Pendekatan ini memungkinkan pengujian konsep dan analisis graf tanpa keterbatasan akses atau sensitivitas data.

3.2 Pengumpulan Data Simulasi

Karena tidak menggunakan data asli, penelitian ini menghasilkan data simulasi yang dirancang untuk merepresentasikan hubungan kooperatif dan konfliktual antarnegara ASEAN. Objek ditentukan sebagai tiga negara anggota ASEAN, yaitu Indonesia, Malaysia, dan Singapura. Interaksi simulasi dihasilkan secara acak untuk mendapatkan skor interaksi di antara tiap negara. Jenis interaksi dibedakan ke dalam dua jenis, yaitu:

- *Data Kooperatif* (m_{ij}^+): Jumlah kerja sama diplomatik, perdagangan bilateral, perjanjian ekonomi, dan proyek bersama antarnegara.

- *Data Konfliktual* (m_{ij}^-): Sengketa teritorial, konflik diplomatik, atau peristiwa politik yang menimbulkan ketegangan.

3.2 Metode Analisis

Analisis hubungan politik dilakukan menggunakan teori graf berbobot untuk mengkuantifikasi intensitas hubungan antarnegara. Pendekatan yang digunakan adalah:

1) Perhitungan Skor Dyadik

Skor hubungan antara dua negara dihitung menggunakan rumus:

$$y_{ij} = \ln \left(\frac{m_{ij}^+ + 1}{m_{ij}^- + 1} \right)$$

2) Representasi dalam Sociomatrix

Hasil perhitungan rasio hubungan antarnegara dimasukkan ke dalam matriks **Y** berukuran 3x3, di mana elemen y_{ij} menunjukkan intensitas hubungan antara negara i dan j .

3) Visualisasi Graf Berbobot

Melalui matriks **Y**, dapat diamati intensitas dan kualitas hubungan di antara dua negara. Simpul pada graf merupakan representasi dari tiap negara yang ditinjau. Sisi menyatakan hubungan antara kedua negara. Bobot menunjukkan skala kedekatan hubungan politik kedua negara dilihat dari interaksi yang dilakukn oleh kedua negara. Besaran bobot didapat dari nilai yang ada pada matriks **Y** yang bersesuaian. Alat yang digunakan adalah Python sebagai media visualisasi graf dan matriks.

3.3. Langkah-Langkah Analisis

1) Pengumpulan dan Klasifikasi Data

Data simulasi dibuat dan didapati hubungan di antara ketiga negara sebagai berikut:

Negara 1	Negara 2	Skor Kooperatif	Skor Konfliktual
Indonesia	Malaysia	12	6
Malaysia	Filipina	16	8
Filipina	Indonnesia	11	1

Tabel 3.1 Pemetaan Skor Kooperatif dan Konfliktual

Dari data skor tersebut, kita dapat melakukan perhitungan skor dyadik melaalui rasio antara skor kooperatif dan skor konfliktual. Perhitungan rasio ketiga pasangan sebagai berikut:

Indonesia-Malaysia:

$$y_{12} = \ln \left(\frac{12 + 1}{6 + 1} \right)$$

Malaysia-Filipinna:

$$y_{23} = \ln \left(\frac{16 + 1}{8 + 1} \right)$$

Filipinna-Indonesia:

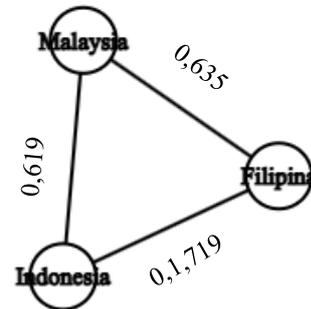
$$y_{31} = \ln \left(\frac{11 + 1}{1 + 1} \right)$$

	Indonesia	Malaysia	Filipina
Indonesia	0.0	0,619	1,791
Malaysia	0,619	0.0	0,635
Filipina	1,791	0,635	0.0

Tabel 3.1 Simulasi Matriks **Y**

Dari data simulasi tersebut, kita dapat mengamati intensitas dan kualitas hubungan politik dari dua negara berdasarkan variabel yang dijadikan basis pengukuran sebelumnya.

Data dapat direpresentasikan dalam graf seperti berikut:



Gambar 3.1 Graf Berbobot

Dari graf tersebut kita dapat mengamati hubungan yang terjalin antara dua negara dengan lebih baik. Dari data simulasi yang dibuat, dapat terlihat bahwa diantara tiga negara yang ditinjau, hubungan Indonesia dengan Filipina memiliki rasio tertinggi, artinya kedua negara ini memiliki lebih banyak hubungan kooperatif dalam periode waktu tertentu. Selain itu, kita dapat melihat bahwa hubungan Malyasia denga negara lainnya termasuk kategorie rendah dengan rasio yang kurang dari 1.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Definisi dan Struktur Graf

Penelitian ini menghasilkan simulasi hubungan politik dari tiga negara, yaitu Indonesia, Malaysia, dan Filipina menggunakan pendekatan teori graf berbobot. Data interaksi kooperatif (m_{ij}^+) dan konfliktual (m_{ij}^-): dihasilkan secara acak untuk merepresentasikan hubungan bilateral. Perhitungan skor dyadik y_{ij} dilakukan menggunakan logaritma natural (ln) dari rasio interaksi, yang kemudian direpresentasikan dalam bentuk sociomatrix dan visualisasi graf. Hasil utama yang berhasil didapatkan adalah sebagai berikut:

1. *Tabel Interaksi Awal:* Tabel interaksi menunjukkan jumlah kooperasi dan konflik antarnegara. Sebagai contoh:

Interaksi antara Indonesia dan Malaysia menunjukkan nilai kooperatif yang lebih besar dibandingkan konfliktual, menghasilkan skor log dyadik positif, yang menandakan hubungan lebih dominan kooperatif.

Hubungan Indonesia dan Filipina juga cenderung kooperatif, tetapi dengan skor log lebih kecil dibandingkan Indonesia-Malaysia.

Interaksi Malaysia dan Filipina menunjukkan skor log yang hampir netral, mencerminkan keseimbangan antara kerja sama dan potensi konflik.

2. *Sociomatrix:* Sociomatrix menampilkan hubungan bilateral dalam format matriks nxn, di mana n=3 untuk negara yang diamati. Elemen matriks menunjukkan

nilai logaritma dari rasio hubungan.

3. *Graf Berbobot*: Visualisasi graf berbobot memperlihatkan tiga simpul (Indonesia, Malaysia, Filipina) dengan sisi-sisi yang mencerminkan intensitas hubungan. Bobot sisi divisualisasikan menggunakan ketebalan garis dan label nilai log dyadik.

4.2 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan pendekatan teori graf berbobot untuk memodelkan hubungan politik bilateral antara Indonesia, Malaysia, dan Filipina. Hasil simulasi menunjukkan:

1. *Kooperasi Dominan*: Hubungan antara negara-negara ini sebagian besar kooperatif, dengan skor logaritma dyadik positif.
2. *Graf sebagai Alat Analisis*: Representasi graf berbobot memungkinkan analisis yang lebih mendalam tentang intensitas dan pola hubungan antarnegara.
3. *Sociomatrix sebagai Alat Kuantifikasi*: Matriks sosial memberikan gambaran kuantitatif hubungan, mempermudah identifikasi pola kerja sama atau konflik.

Pendekatan ini dapat digunakan untuk memodelkan hubungan politik regional lainnya, seperti hubungan dalam organisasi internasional lain, dengan penyesuaian data.

4.3 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah Swt. yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya hingga penulis mampu menyelesaikan tugas makalah matematika diskrit ini. Tidak lupa penulis ingin berterimakasih kepada segenap staff akademisi dan para dosen yang senantiasa memberikan tenaga dan ilmunya untuk membimbing penulis hingga mampu sampai ke titik ini.

REFERENCES

- [1] T. R. Leinbach and W. H. Frederick, "Southeast Asia | Map, Islands, countries, culture, & Facts," Encyclopedia Britannica, Jan. 05, 2025. <https://www.britannica.com/place/Southeast-Asia/Linguistic-composition>.
- [2] "World population by country in 2025.0 (World Map)," *database.earth*. <https://database.earth/population/by-country/2025.0#:~:text=In%202025.0%2C%20the%20world%20is%20projected%20to%20reach%20largest%20population%20globally%20of%201%2C416%2C096%2C094%20people%20in%20total>. (accessed Jan.6 2025).
- [3] A. Acharya, "The Quest for Identity: International Relations of Southeast Asia". Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 2000.
- [4] R. Stubbs, "The ASEAN Way: Cultural Norms and Regional Cooperation." Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2008.
- [5] L. Jones, "ASEAN after the Cold War: Capital, Crisis, Conflict," in Palgrave Macmillan UK eBooks, 2012, pp. 95–127. doi: 10.1057/9780230356276_6.
- [6] Z. Hong, China and ASEAN. ISEAS Yusof Ishak Institute, 2016. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=Fh1qDwAAQBAJ>.
- [7] A.-L. Barabási and M. P. Albert, *Network Science*. Cambridge University Press, 2016.
- [8] Team, "A comprehensive guide to graph theory and algorithms - AlgoCademy blog," AlgoCademy Blog, Oct. 15, 2024. <https://algotcademy.com/blog/a-comprehensive-guide-to-graph-theory-and-algorithms/>.

- [9] "Graph Theory - Definitions and examples." <https://scanfree.com/Graph-Theory->
- [10] P. Wang, "Directed Graphs in International Relations," *Journal of Graph Theory Applications*, vol. 10, pp. 25-39, 2021.
- [11] S. WESCHLE, "Quantifying Political Relationships," *American Political Science Review*, vol. 112, no. 4, pp. 1090–1095, Aug. 2018, doi: <https://doi.org/10.1017/s0003055418000461>.
- [12] P. D. Hoff, "Dyadic data analysis with amen," *arXiv.org*, 2015. <https://arxiv.org/abs/1506.08237> (accessed Jan. 05, 2025).
- [13] C. J. Kaufman, Rocky Mountain Research Lab., Boulder, CO, private communication, May 1995.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 26 Desember 2024



Nama dan NIM