Pelabelan Graf, Keragaman Pola dalam Matematika

KIKI ARIYANTI SUGENG

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai
Guru Besar Tetap Bidang Ilmu Graf dan Kombinatorika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Indonesia

Depok, 9 Agustus 2023

Pidato Pengukuhan Guru Besar Prof. Dr. Kiki Ariyanti Sugeng
Pelabelan Graf dan Pewarnaan Graf

Yang saya hormati

- Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
- Direktur Pendidikan Tinggi, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
- Ketua dan Sekretaris Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia
- Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris, dan para Anggota Dewan Guru Besar Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris, dan para Anggota Senat Akademik Universitas Indonesia
- Para Dekan, Direktur Sekolah serta Wakil Dekan dan Wakil Direktur Sekolah di Universitas Indonesia
- Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia,
- Ketua Dewan Guru Besar FMIPA UI beserta anggota,
- Ketua Senat Akademik FMIPA UI beserta anggota,
- Para Pimpinan, Staf Pengajar, Mahasiswa, dan Karyawan di Fakultas MIPA Universitas Indonesia
- Para Guru Besar Tamu, Para Undangan, Keluarga, Teman serta hadirin yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu

Salam sejahtera bagi seluruh hadirin.

Puji Tuhan atas berkat yang dikaruniai pada kita semua.
Pada kesempatan ini, perkenankan saya menghaturkan terima kasih setinggi-tingginya kepada Pemerintah Republik Indonesia yang dalam hal ini diwakili oleh Bapak Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk memangku jabatan Guru Besar Bidang Ilmu Graf dan Kombinatorika pada Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

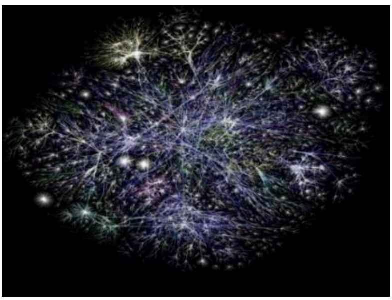
Perkenankan saya menyampaikan pidato ilmiah pengukuhan Guru Besar dalam Bidang Ilmu Graf dan Kombinatorika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Indonesia terkait sumbangan pemikiran tentang "**Pelabelan Graf, Keragaman Pola dalam Matematika".**

Hadirin yang terhormat

Pendahuluan

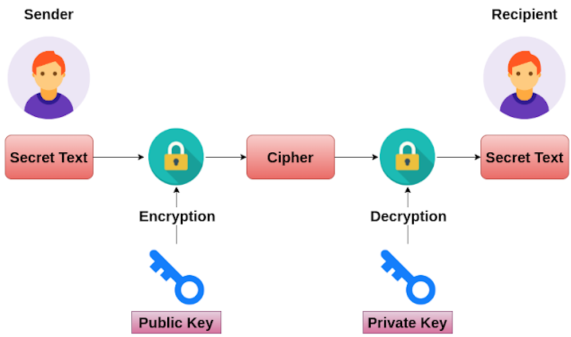
Kunci teknologi abad 20 sangat terkait dengan pengumpulan, pemrosesan dan pendisribusian informasi [34]. Dalam dalam kehidupan saat ini, kita sangat bergantung dengan jaringan komunikasi. Sebagai contoh, pada saat ini jika kita ketinggalan HP maka kita merasa sangat kerepotan, karena semua komunikasi kita lakukan melalui HP. Di sisi lain, komunikasi antar pihak menjadi sangat mudah dengan semakin canggihnya teknologi informasi, jarak antar pihak seolah menjadi menghilang. Hal ini sangat dirasakan pada masa pandemi yang lalu. Hampir semua proses berubah menjadi daring: pendidikan, transaksi, baik dalam proses perbankan dan proses jual beli, pertemuan, dan lain sebagainya. Kemajuan teknologi modern ini membuat hidup menjadi lebih mudah. Manusia dapat menggunakan Artificial Inteligence (kecerdasan buatan) dan Robot untuk pekerjaan tertentu. Era ini dikenal dengan era Society 5.0. Semua proses kemajuan teknologi informasi ini sangat didukung oleh ilmu matematika.

Di pihak lain, digitalisasi proses baik dalam bisnis maupun pendidikan serta hal-hal lain pada organisasi sudah banyak diterapkan pada era society 5.0. Oleh karena itu perlu diperhatikan pengamanan dokumen dijital dalam penyimpanan maupun dalam pengiriman.



Gambar 1. Jaringan internet
(https://noisydecentgraphics.typepad.com/design/2007/08/the-internet.html)

Pada Gambar 1 diberikan ilustrasi jaringan internet di dunia. Berikut ini diberikan gambaran bagaimana komunikasi antar pihak dilakukan dan bagaimana cara kita melakukan pengamanan data yang dikomunikasikan. Ada berbagai metode dan algoritma untuk mengamankan data. Pada saat ini, kami akan memberikan gambaran mengenai pengamanan data melalui Enkripsi RSA (Rivest, Shamir, Addleman), yang pada prinsipnya menggunakan konsep matematika yang sangat sederhana. Pada Gambar 2 , diberikan proses data atau pesan yang dikirimkan dari satu pihak (pengirim) ke pihak lain (penerima). Metode RSA, yang dikenal juga sebagai Public Key Cryptography (PKC), menggunakan kunci pengiriman berbeda dengan kunci penerimaan [35].



Gambar 2. Ilustrasi pengamanan pengiriman data/pesan

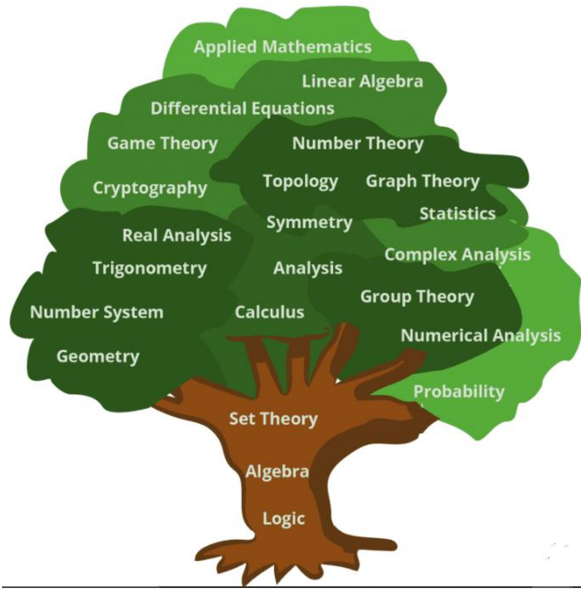
Data/pesan yang akan dikirimkan perlu dirahasiakan (*secret text*) terlebih dahulu dengan proses enkripsi sehingga menjadi pesan terenkripsi (*Cypher text*). Penerima akan melakukan proses dekripsi untuk dapat membaca pesan aslinya. Pengirim memilih dua pasang bilangan prima p dan q yang cukup besar, dan menggunakan kedua bilangan prima tersebut menjadi suatu bilangan $n = pq$. Dengan kriptografi RSA ini, kunci yang dipakai untuk melakukan enkripsi, berbeda dengan saat melakukan dekripsi, dan hanya orang yang memiliki kunci penerima bisa membaca pesan yang dikirim. Proses mengalikan p dan q menjadi n, akan sangat mudah, tetapi memfaktorisasi n menjadi p dan q masih merupakan hal yang sangat sulit dan sampai saat ini belum dapat dipecahkan. Berdasarkan konsep matematika sederhana ini, kriptografi RSA terbukti sangat aman, sejak ditemukan di tahun 1977 dan tetap bisa dipakai sampai saat ini [36].

Hadirin yang saya hormati.

Pada pengembangan matematika, biasanya kita melakukan klasifikasi yaitu matematika teori dan matematika aplikasi. Pada umumnya matematika aplikasi dikembangkan berdasarkan masalah dalam kehidupan nyata yang perlu dicari solusinya, sehingga aplikasinya sudah diketahui. Sedangkan matematika teori muncul karena keinginan untuk mengetahui stuktur dan sifat dari berbagai objek di matematika. Sehingga bisa dikatakan matematika teori adalah pengembangan dari konsep yang belum pernah ditemukan dan mungkin juga belum ditemukan penggunaannya di luar komunitas matematika. [37].

Pada dasarnya mempelajari matematika adalah mengamati pola, sehingga matematika juga kadang disebut sebagai sains dari pola [22]. Matematika mempunyai struktur dan struktur ini dibangun berdasarkan pencarian pola dan manipulasi pola [38]. Jadi, bisa dikatakan struktur dan pola merupakan inti dari matematika. Dari pola-pola yang diperoleh, maka dapat diabstraksi menjadi konsep matematika.

Dalam pengertian sederhana, matematika murni/teori adalah pengembangan teori untuk kepentingan matematika. Penelitian yang dilakukan adalah mengeksplorasi konsep abstrak, teori kompleks yang belum pernah ditemukan orang sebelumnya. Tidak ada tujuan penelitian di matematika murni secara khusus, tetapi tidak berarti bahwa penelitian yang dilakukan tidak ada gunanya. Perkembangan teori pada bidang-bidang lain termasuk aplikasi banyak menggunakan teori-teori matematika yang sudah ditemukan sebelumnya.



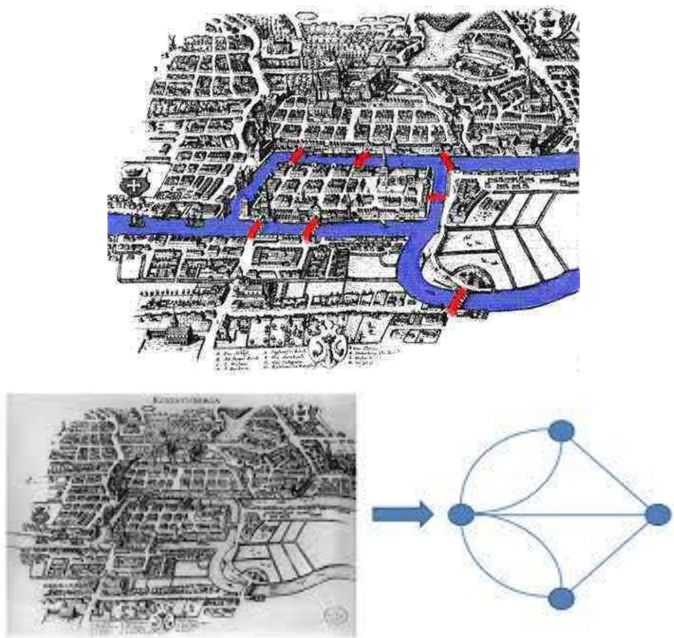
Gambar 3. Ilustrasi 10 Cabang Utama di Pohon Matematika
(https://www.calltutors.com/blog/branches-of-mathematics/)

Pada Gambar 3, diberikan salah satu ilustrasi dari bidang-bidang yang ada di matematika. Pada pohon ini dapat dilihat bahwa matematika aplikasi terletak di

bagian atas, karena mereka menggunakan konsep-konsep di bidang matematika teori lainnya. Pada ilustrasi ini hanya dituliskan 10 cabang utama di Matematika dengan Logika sebagai dasar dari ilmu-ilmu di atasnya. Salah satu cabang utama yang tercantum dalam pohon ini adalah Teori Graf.

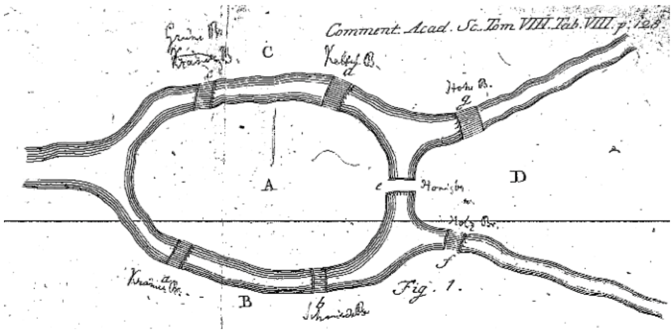
Hadirin yang terhormat.

Berikut ini, akan dijelaskan secara singkat asal muasal dari teori graf.



Gambar 4. Representasi masalah jembatan konigsberg dalam bentuk graf
(https://www.maa.org/press/periodicals/convergence/leonard-eulers-solution-to-the-konigsberg-bridge-problem)

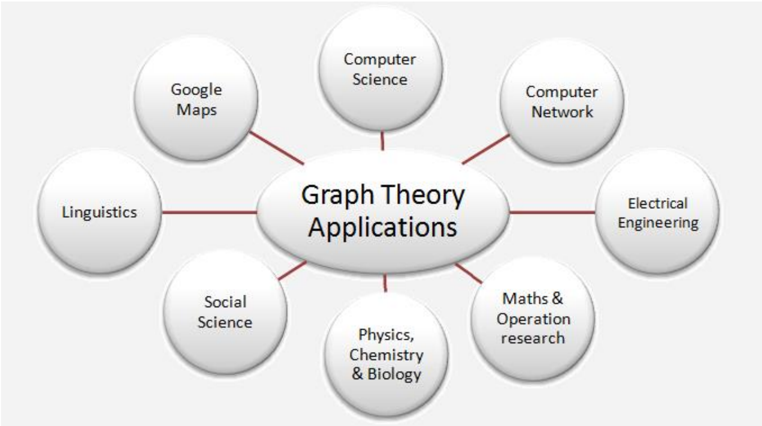
Pada abad 17, ada daerah di kota Konigsberg, Rusia, yang berupa suatu area di sungai Pregel yang mempunyai 7 jembatan seperti yang diilustrasikan di Gambar 4. Problem atau masalah yang muncul adalah: Apakah kita bisa melewati seluruh jembatan tepat satu kali dan kembali ke tempat semula? C.L.G. Ehler, mayor dari Dantzig mengirimkan surat kepada L. Euler, matematikawan yang sangat terkenal, untuk mencari jawaban masalah, yang sekarang dikenal dengan masalah jembatan konigsberg. Bagi Euler, hal ini merupakan masalah yang sederhana, tetapi dia mengatakan bahwa solusi masalah ini tidak bisa ditemukan melalui teori matematika yang sudah ada pada saat itu. Euler mengatakan penyelesaian masalah ini menggunakan geometri yang baru yaitu geometri titik atau geometri posisi. Solusi untuk masalah jembatan Konigsberg untuk kasus yang lebih umum dijelaskan dalam makalah yang berjudul ‘Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis,’ dan dipublikasikan di tahun 1741. Sketsa yang digambarkan Euler dapat dilihat di Gambar 5 [39].



Gambar 5. Sketsa Euler mengenai problem jembatan konigsberg.

Dalam makalahnya, Euler mengatakan bahwa diagram yang merepresentasikan masalah jembatan Konigsberg menunjukkan bahwa masalah ini tidak mempunyai solusi karena setiap titik yang menggambarkan daerah dihubungkan dengan sejumlah ganjil jembatan (yang direpresentasikan sebagai garis) Sehingga tidak mungkin seorang bisa berjalan dari tempat seseorang berada dan melewati semua jembatan dan kembali ke tempat semula. Sejak diagram Euler ini muncul, maka lahirlah cabang matematika yang disebut sebagai teori graf [6].

Diagram sederhana yang sekarang disebut sebagai graf, atau jaringan bagi peneliti di sains komputer dan teknik, dapat memodelkan berbagai kejadian sehari-hari. Representasi yang paling serderhana adalah graf yang menunjukkan peta jalan, dimana titik merepresentasikan kota, dan busur (garis dalam diagram) menyatakan jalan yang menghubungkan kedua kota. Untuk selanjutnya titik akan disebut simpul dan garis disebut busur. Pada Gambar 6 diberikan beberapa bidang yang merupakan aplikasi dari teori graf.



Gambar 6. beberapa bidang yang banyak menggunakan graf
(https://prinsli.com/wp-content/uploads/2022/02/graph-theory-applications.png)

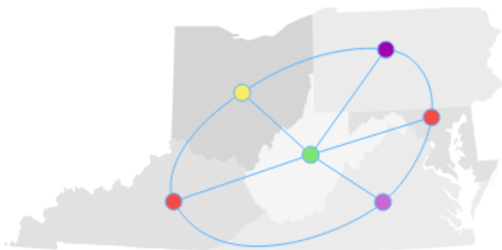
Hadirin yang saya hormati,

Berikut ini akan dipaparkan salah satu bidang penelitian di teori graf, yaitu pelabelan graf. Pelabelan graf adalah pemberian label pada elemen graf yang bisa berupa simpul, busur, dan muka, atau mungkin kombinasinya, dari suatu graf. Label yang diberikan biasanya berupa bilangan bulat, meskipun ada juga pelabelan yang menggunakan label bilangan rasional [9]. Apabila label dapat merepresentasikan warna, maka permasalahannya disebut sebagai pewarnaan graf. Hal yang sangat menarik dalam penelitian pelabelan adalah dengan menambahatau mengurangi beberapa simpul atau busur, seringkali memberikan pola yang berbeda sangat jauh. Banyak jenis pelabelan yang sudah dibuktikan merupakan permasalahan-NP (*Nondeterministic Polynomial*) [9]. Dalam penelitian secara teoritis, yang dilakukan adalah mencari pola pewarnaan ataupun pelabelan, yang hasilnya harus berlaku untuk seluruh kelas graf dengan banyak simpul/busur sembarang.

Pewarnaan Graf.

Kisah pewarnaan graf dimulai di tahun 1852, pada saat W. R. Hamilton mulai menaruh perhatian mengenai pewarnaan peta. Masalah ini muncul dari mahasiswanya yang menanyakan, berapa banyak warna minimal yang dibutuhkan untuk mewarnai peta negara Inggris sehingga daerah yang berbatasan mempunyai warna yang berbeda? Pertanyaan ini masih belum ditemukan jawabannya, sampai akhirnya A. Cayley di tahun 1878 menanyakan kepada anggota London Mathematical Society, adakah yang bisa menemukan buktinya? Bukti pertama ditulis oleh A. Kempe di tahun 1878. Bukti ini bisa meyakinkan orang, tetapi di kemudian hari ditemukan ketidaklengkapan dalam buktinya. Bukti lengkap baru ditemukan oleh Appel dan Haken di tahun 1977 dengan menggunakan bantuan komputer. Mereka menyatakan bahwa 4 warna sudah mencukupi untuk mewarnai peta dengan syarat daerah yang bertetanggaan mempunyai warna yang berbeda. Dan akhirnya di tahun 1996, Robertson dkk. membuktikan hasil ini secara matematis dengan lengkap [41].

Problem 4 warna ini dapat direpresentasikan dalam bentuk graf yaitu dengan merepresentasikan daerah pada peta sebagai titik (yang disebut sebagai simpul). Jika dua daerah mempunyai saling batasan, maka kedua simpul yang merepresentasikannya dihubungkan dengan garis (yang disebut busur). Ilustrasi dari representasi pewarnaan peta menjadi graf dapat dilihat di Gambar 7 berikut. Di dalam teori graf, masalah pewarnaan peta berubah menjadi masalah pewarnaan graf, Yaitu pewarnaan simpul-simpul graf dengan aturan/syarat dua simpul yang bertetangga tidak boleh mempunyai warna yang sama. Jadi masalah 4 warna dalam peta berubah menjadi pembuktian bilangan kromatik (banyak warna minimum yang dibutuhkan untuk mewarnai) suatu graf planar.



Gambar 7. Representasi masalah pewarnaan peta dalam bentuk graf.
(https://www.quantamagazine.org/only-computers-can-solve-this-map-coloring-problem-from-the-1800s-20230329/)

Dari penjelasan singkat ini, bisa kita bayangkan bahwa pencarian banyaknya warna minimal dari simpul-simpul graf adalah pencarian pola dari warna terkait dengan graf yang diberikan. Banyak masalah dalam kehidupan nyata yang dapat diselesaikan menggunakan pewarnaan graf, sebagai contoh adalah penentuan jadwal, penjadwalan pekerjaan, alokasi pekerjaan, dll. Sudah banyak hasil penelitian dari pewarnaan graf dengan topik pencarian warna minimal. Selain masalah aslinya, banyak topik penelitian yang merupakan pengembangan dari pewarnaan graf. Salah satu variasi dari masalah pewarnaan adalah pewarnaan pelangi. Pada tahun 2019, kami (bersama mahasiswa) mendefinisikan konsep pewarnaan pelangi lokal, meski makalahnya baru terbit di tahun 2022.

Di tahun 2008, Chartrand dkk. memperkenalkan konsep bilangan keterhubungan pelangi [8]. Diberikan suatu graf $G = (V, E)$, dengan V adalah himpunan simpul dari G, dan E adalah himpunan busur di G. Suatu pemetaan $c: E(G) \rightarrow \{1,2, \ldots, k\}$ disebut pewarnaan-k busur. Dua busur yang bertetangga bisa mempunyai label/warna yang sama. Suatu lintasan pelangi adalah lintasan yang semua busurnya mempunyai warna yang berbeda. Pewarnaan pelangi adalah pewarnaan busur yang setiap dua simpul pada graf tersebut dihubungkan oleh lintasan pelangi. Pewarnaan ini selalu ada, tetapi yang menjadi tantangan adalah berapa nilai k (banyak warna) minimal sehingga graf tersebut mempunyai pewarnaan/pelabelan pelangi. Nilai k minimal ini disebut sebagai bilangan keterhubungan pelangi [8]. Pewarnaan pelangi ini muncul diinspirasi oleh peristiwa menara kembar 11 September 2001. Pewarnaan pelangi dapat digunakan untuk mengamankan informasi rahasia. Dalam jaringan instansi pemerintah, mereka ingin memiliki suatu prosedur agar memungkinkan berbagi informasi antara pihak-pihak yang tepat tetapi cukup aman dari penyusup. Untuk itu diperlukan sejumlah kata sandi atau *firewalls* antar instansi, sehingga terdapat jalur komunikasi yang aman. Kata sandi yang diperlukan untuk mengirimkan informasi tersebut berbeda-beda dari satu pihak ke pihak lain. Sehingga pertanyaan yang kemudian muncul adalah berapa jumlah minimum kata sandi atau *firewalls* yang diperlukan. Jika jaringan komunikasi direpresentasikan dalam bentuk graf, maka kata sandi direpresentasikan sebagai warna dari busur pada graf tersebut, dan masalahnya berubah menjadi berapa bilangan keterhubungan pelangi untuk graf tersebut. [8].

Dalam masalah pengamanan jaringan, setiap dua simpul yang berbeda akan dihubungkan dengan lintasan pelangi. Tetapi ada kemungkinan pengamanan informasi tersebut tidak perlu untuk keseluruhan graf, dan hanya dilihat antara dua simpul yang mempunyai jarak tertentu saja yaitu maksimum berjarak d. Konsep perumuman ini disebut pewarnaan pelangi lokal-d. Banyaknya warna minimal yang digunakan untuk menghasilkan pewarnaan pelangi lokal-d, yang dinotasikan sebagai $lrs_d(G)$, disebut sebagai bilangan keterhubungan pelangi lokal-d dari graf G. Apabila lintasan pelanginya merupakan geodesik (lintasan dengan jarak terpendek), maka pewarnaan pelanginya disebut pewarnaan pelangi kuat. Banyaknya warna minimal yang digunakan untuk menghasilkan pewarnaan pelangi kuat lokal-d, dinotasikan sebagai $lsrs_d(G)$, disebut sebagai bilangan keterhubungan pelangi kuat lokal-d dari graf G. Dalam makalah pada rujukan [27] dibahas hasil kerja kami mengenai batas atas dan batas bawah bilangan keterhubungan pelangi lokal-d, dan juga karakterisasi keberadaan graf dengan syarat tertentu. Berikut beberapa Lema, Akibat, dan Teorema yang dibuktikan pada makalah tersebut.

Lema 1. [27] Misalkan G sembarang graf dengan himpunan simpul $V(G)$, dengan graf garis $L(G)$. Jika nilai d tidak melebihi nilai diameter maksimum dari komponen terhubung G, maka berlaku

$$d \leq lrc_d(G) \leq lsrc_d(G) \leq \chi(L(G)^{d-1}) \leq |E(G)|,$$

dengan $\chi(G)$ adalah bilangan kromatik dari G..

Lema 2. [27] Jika $d < g(G) = 2$, maka $lsrc_d(G) = \chi(L(G)^{d-1})$, dengan $g(G)$ menyatakan *girth* dari graf G.

Akibat 3. [27] Jika $g(G) \geq 5$, maka $lsrc_2(G) = \chi\big(L(G)\big) = \chi'(G)$, dengan $\chi'(G)$ adalah bilangan kromatik busur dari G.

Lema 4. [27] Untuk sembarang graf $G, lrc_2(G) = 2$ jika dan hanya jika $lsrc_2(G) = 2$.

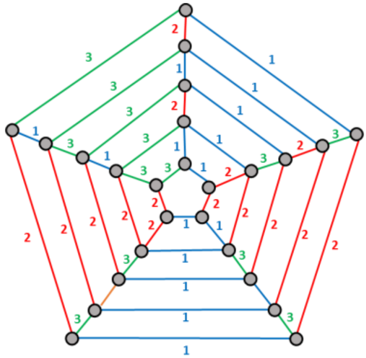
Teorema 5. [27] Misalkan G adalah graf pohon dan. Maka
$lrc_d(G) = lsrc_d(G) =$
max{$|E(S)|$: S adalah subpohon dari G dan $diam(S) = d$ }.

Teorema 6. [27] Misalkan $d, a,$ dan b merupakan bilangan bulat positif. Maka terdapat graf G sehingga $a = lrc_d(G)$ dan $b = lsrc_d(G)$ jika dan hanya jika salah satu sifat berikut dipenuhi

1. $d = a = b \in \{1,2\}$.
2. $d = 2$ dan $3 \leq a \leq b$.
3. $3 \leq d \leq a \leq b$.

Pada makalah ini juga dibuktikan nilai keterhubungan pelangi lokal untuk beberapa kelas graf, seperti graf lingkaran, dan graf dengan $lrs_d(G) = d$ [27].

Pada Gambar 8, diberikan contoh pewarnaan pelangi lokal-2 untuk graf prisma yang diperumum, yang merupakan hasil penelitian pada [18].



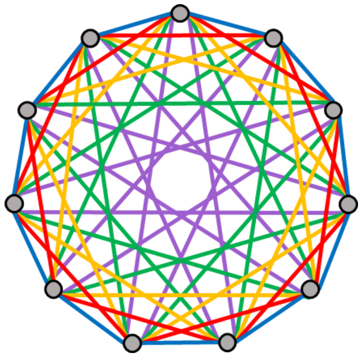
Gambar 8. Contoh pewarnaan pelangi lokal-2 untuk graf prisma diperumum $C_5 \times P_5$

Beberapa makalah terkait dengan pewarnaan pelangi dan pewarnaan pelangi lokal-d sudah kami publikasikan di beberapa jurnal internasional dan prosiding [1, 16, 18, 21, 25, 26, 33].

Hartnet di tahun 2020, menulis artikel di Quanta Magazine yang berjudul 'Rainbow' are a Mathematician's best friend'. Hartnet menuliskan artikel ini berdasarkan informasi bahwa Montgomery, Pokrovsky dan Sudakov memberikan penyelesaian baru terhadap Konjektur Ringel. Sebagian buktinya menggunakan pewarnaan graf. Konjektur Ringel berbunyi: setiap graf lengkap K_{2n+1} dapat didekomposisi menjadi salinan dari sembarang pohon dengan n busur [17]. Graf lengkap adalah graf dengan setiap pasang simpul dihubungkan dengan busur, atau setiap dua simpul bertetangga. Pohon adalah graf yang tidak mempunyai subgraf berbentuk lingkaran. Konjektur ini banyak menarik perhatian para peneliti [11].

Sejak Konjektur Ringel dimunculkan tahun 1963, banyak matematikawan yang mencoba membuktikan untuk mencari jawabannya. Rosa di tahun 1966 membuktikan dekomposisi tersebut dapat dilakukan. Dalam pembuktiannya, Rosa memunculkan satu bidang baru pada graf, yang disebut sebagai pelabelan graceful. Tipe pelabelan graceful sangat populer untuk diteliti, dan merupakan salah satu cikal bakal dari penelitian pelabelan graf. Rosa sendiri memunculkan konjektur yang berbunyi 'Setiap pohon adalah graceful'. [14, 24]. Sampai saat ini konjekturnya belum dapat dipecahkan. Ada beberapa makalah yang kami hasilkan terkait topik ini di jurnal maupun prosiding internasional [4, 19, 20,28]. Dalam membuktikan konjektur Ringel, Rosa, maupun Montgomery, Pokrovsky dan Sudakov menggunakan metode yang berbeda, tetapi keduanya mempunyai keterkaitan karena mereka mempelajari pola-pola untuk mengkonstruksi pewarnaan graf maupun pelabelan graceful. Apabila konjektur dari pelabelan graceful terbukti, maka konjektur Ringel juga terbukti [11].

Gambar 8 menunjukkan salah satu bentuk dekomposisi dari graf lengkap yang ditunjukkan melalui warnanya.



Gambar 9. Contoh dekomposisi graf lengkap.

Hadirin yang saya hormati,

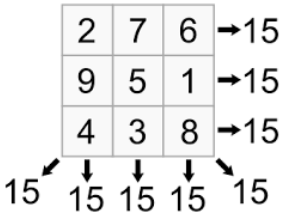
Pelabelan ajaib dan antiajaib.

Sebelumnya saya sudah menjelaskan sejarah munculnya teori graf, yang dimotivasi oleh Euler dalam pembuktian masalah jembatan Konigsberg. Euler juga mempunyai peran dalam mengembangkan konsep *Latin square*. Ide ini muncul dari petanyaan sederhana: Apakah dimungkinkan memilih tiga kotak, satu dari setiap kolom dan satu dari setiap baris, sehingga masing-masing berisi bilangan yang berbeda? Himpunan kotak yang sudah diberi bilangan itu disebut traversal. Pada Gambar 10 diberikan contoh pengisian bilangannya.

1	2	3
2	3	1
3	1	2

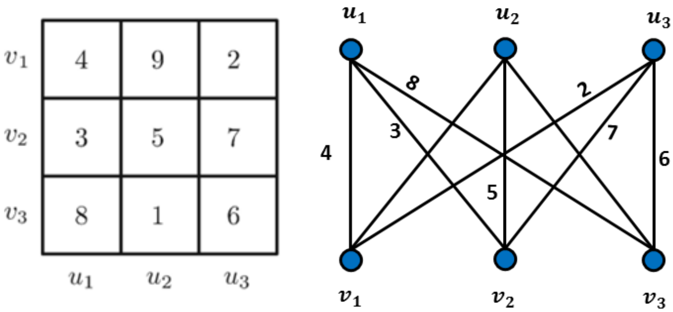
Gambar 10. Tranversal dalam latin square.

Jika masalahnya kita ubah menjadi setiap kotak berisi angka yang berbeda, maka masalahnya berubah menjadi masalah persegi ajaib, yang mungkin Ibu dan Bapak sudah mengenalnya. Masing-masing kotak diberi nilai dari $1, 2, \dots, 9$, sehingga jumlah bilangan di setiap baris, kolom maupun diagonal mempunyai nilai sama. Gambar 11, memberikan contoh persegi ajaib 3×3. Pengisian nilai di persegi ajaib, karena sifat serupa juga dipenuhi dalam persegi ajaib di Gambar 12.



Gambar 11. Contoh persegi ajaib
(https://www.wikiwand.com/en/Magic_graph)

Para ahli matematika melihat kotak ajaib secara berbeda dan merepresentasikannya menjadi graf. Tiga simpul merepresentasikan baris dan tiga simpul lain merepresentasikan kolom dari persegi ajaib ini. Ilustrasi representasi pemberian nilai di kotak-kotak persegi ajaib, menjadi pemberian label di graf yang merepresentasikannya dapat dilihat di Gambar 12.



Gambar 12. Representasi graf untuk persegi ajaib.
(https://www.wikiwand.com/en/Magic_graph)

Dari konsep yang diilustrasikan pada Gambar 12, muncullah topik penelitian di bidang pelabelan ajaib. Ringel [23] mempunyai konjektur yang sejak tahun 1998 belum ditemukan buktinya, yaitu 'Semua pohon mempunyai pelabelan super busur ajaib'. Menurut survey yang dilakukan Gallian [9], saat ini tercatat lebih dari 10 variasi dari pelabelan ajaib.

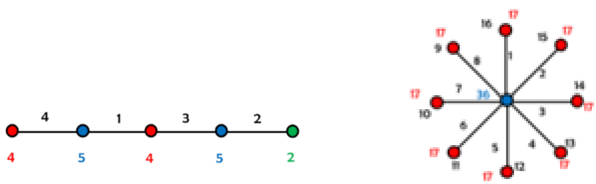
Jika pada pelabelan ajaib, bobot dari simpul atau busur (bergantung dari pemilihan bobot yang akan dikaji) mempunyai nilai yang sama, Hartsfield dan Ringel di tahun 1990 memperkenalkan konsep pelabelan antiajaib. Pada pelabelan ajaib dan antiajaib, tidak menghasilkan pewarnaan graf, karena pada masalah ini digunakan sifat-sifat dan struktur bilangan yang tidak digunakan pada pewarnaan graf. Jadi pelabelan graf merupakan topik yang lebih luas dari pewarnaan graf.

Pelabelan antiajaib yang dikenalkan Hartsfield dan Ringel didefinisikan sebagai pemberian label pada busur-busur suatu graf dengan angka $1,2,\dots,q$, dengan q adalah banyak busur di graf, sehingga jumlah label busur di setiap simpul tidak ada yang sama [12]. Menurut survey Gallian [9], ada lebih dari 9 variasi pelabelan antiajaib. Survey mengenai pelabelan busur antiajaib dapat dilihat di [5]. Ada beberapa hasil mengenai pelabelan ajaib dan antiajaib yang sudah kami publikasikan, antara lain ada di [3,7, 29].

Hadirin yang saya hormati

Pelabelan Simpul Antiajaib Lokal

Salah satu variasi dari pelabelan antiajaib adalah pelabelan simpul antiajaib lokal yang diperkenalkan oleh Arumugam dkk. tahun 2017. Pelabelan simpul antiajaib lokal adalah pemetaan $f : E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, |E(G)|\}$ sehingga bobot simpul yang didefinisikan sebagai $w(x) = \sum_{e \in E(G)} f(e)$, untuk setiap busur e yang hadir pada simpul v, mempunyai sifat untuk setiap pasang simpul yang bertetangga maka bobotnya tidak boleh sama. Banyak bobot yang berbeda dinotasikan sebagai $\chi_{lat}(G)$.Tujuan dari penelitian ini adalah mencari pola pelebalan busurnya sehingga bobot simpul yang berbeda seminimal mungkin [2, 30]. Pada Gambar 13 diberikan contoh pelabelan simpul antiajaib lokal untuk graf lintasan dan graf bintang.



$\chi_{la}(P_5) = 3$ $\chi_{lat}(S_8) = 2$

Gambar 13. Contoh pelabelan simpul antiajaib lokal untuk graf lintasan P_5 dan graf bintang S_8.

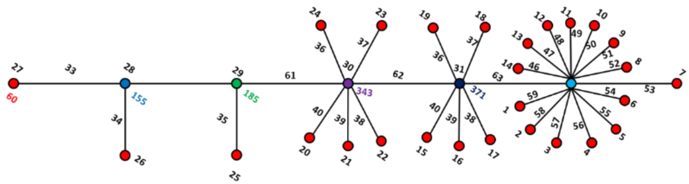
Jika pelabelannya divariasikan menjadi pemetaan $f: V(G) \cup E(G) \rightarrow \{1, 2, 3, \ldots, |V(G)| + |E(G)|\}$ dengan bobot $w(x) = f(x) + \sum_{e \in E(G)} f(e)$, untuk setiap busur e yang hadir pada simpul x, mempunyai sifat untuk setiap pasang simpul yang bertetangga maka bobotnya tidak boleh sama dan $f\big(V(G)\big) = \{1, 2, 3, \ldots, |V(G)|\}$, maka pelabelannya disebut sebagai pelabelan total super simpul antiajaib lokal. Banyak bobot yang berbeda dinotasikan sebagai $\chi_{slat}(G)$ [30].

Pada makalah [10] dibuktikan beberapa hasil yaitu
Teorema 7. [10] Misalkan T adalah graf pohon, maka $\chi_{slat}(T) = 2$ jika dan hanya jika $T \cong S_n$ untuk $n \in \mathbb{N}$.

Akibat 8. [10] Misalkan T adalah graf pohon tidak trivial dan S_n adalah graf bintang dengan n simpul dengan $n \geq 2$. Jika T tidak isomorfik dengan S_n, maka $\chi_{slat}(T) \geq 3$.

Teorema 9. [10] Untuk $n \geq 2$, terdapat graf pohon T sedemikian sehingga $\chi_{slat}(T) = n$.

Pada Gambar 14 diberikan contoh graf pohon dengan $\chi_{slat}(T) = 6$. Dapat dilihat bahwa pelabelan ini, polanya juga memunculkan konsep pewarnaan graf.



Gambar 14. Konstruksi pelabelan untuk graf pohon dengan $\chi_{slat}(T) = 6$.

Pada makalah ini juga dibuktikan nilai $\chi_{slat}(G)$ untuk beberapa kelas graf, seperti graf lintasan, graf *shrubs* yang dimodifikasi, graf Caterpillar [10] .

Hadirin yang saya hormati.

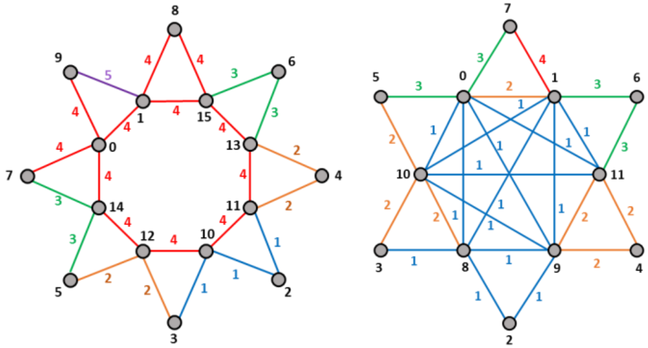
Pelabelan tak teratur modular

Meskipun banyak jenis pelabelan yang ada dan juga yang sudah kami teliti, tetapi pada kesempatan ini saya akan menjelaskan jenis pelabelan yang menggunakan pola berbeda, tetapi hasilnya bisa dilihat sebagai pewarnaan graf juga. Pelabelan yang akan saya bahas berikut ini dikenal sebagai pelabelan tak teratur modular. Dimulai dari pertanyaan apakah dapat dibuat suatu graf yang derajat simpulnya berbeda? Pertanyaan ini bisa dijawab, dengan membolehkan banyak busur yang menghubungkan dua simpul dengan beberapa busur. Hal ini dalam dunia nyata dapat merepresentasikan bahwa antara dua obyek bisa terdapat lebih dari satu relasi. Dalam pelabelan ide ini dikembangkan oleh Chartrand dkk. menjadi pelabelan tak regular. Label yang dikenakan pada busur yang menghubungkan dua simpul pada graf sebenarnya menyatakan berapa banyak busur yang menghubungkan kedua simpul tersebut.

Chartrand, dkk. tahun 1988 mendefinisikan pelabelan tak teratur dari graf G sebagai pelabelan-k busur $\varphi : E(G) \to \{1, 2, 3, \dots, k\}, k \in \mathbb{N}$, sedemikian sehingga simpul-simpul di graf G memiliki bobot yang berbeda. Bobot dari simpul $u \in V(G)$ didefinisikan sebagai $\sigma\_\varphi(u) = \Sigma\varphi(uv)$. Kekuatan tak teratur, $s(G)$, dari graf G adalah nilai minimum k sedemikian sehingga graf G memiliki pelabelan tak teratur dengan k sebagai label paling besar [15].

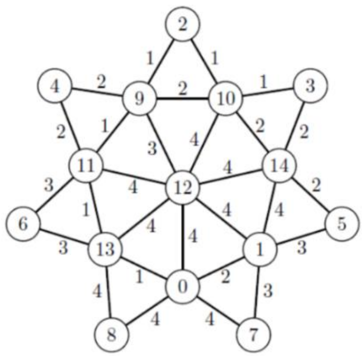
Dalam perkembangannya, Bača, dkk. pada tahun 2020 memperkenalkan sebuah modifikasi dari pelabelan tak teratur yang disebut pelabelan tak teratur modular. Mereka mendefinisikan pelabelan tak teratur modular dari graf G sebagai pelabelan-k busur $\psi : E(G) \to \{1, 2, 3, \dots, k\}, k \in \mathbb{N}$, apabila terdapat fungsi bobot bijektif $\sigma\psi : V(G) \to \mathbb{Z}_n$ yang didefinisikan sebagai $\sigma\psi(u) = \Sigma\psi(uv)$, dengan $\mathbb{Z}_n$ adalah grup bilangan bulat modulo n. Kekuatan tak teratur modular $ms(G)$ dari graf G adalah nilai minimum k sedemikian sehingga graf G memiliki pelabelan tak teratur modular dengan k sebagai label busur paling besar yang digunakan. Apabila tidak ada k yang memenuhi, maka kekuatan tak teratur graf G tersebut didefinisikan sebagai $ms(G) = \infty$. Bača, dkk. sudah membuktikan apabila G graf dengan order n, dimana $n \equiv 2 \pmod 4$, maka $ms(G) = \infty$ [32].

Pada Gambar 15 dan 16 dapat dilihat bahwa ketiga graf tersebut hampir serupa, yang kami kelompokkan menjadi graf bunga. Ketiga graf ini dapat sesuai dengan aturan pelabelan tak teratur modular dengan $ms(G) = 4$. Tetapi dapat dilihat bahwa pola pelabelannya berbeda.



(a) Graf bunga mawar $M(C_8)$ (b) Graf bunga daisy DK_8

Gambar 15. Pelabelan tak teratur modular dengan masing-masing graf mempunyai $ms(G) = 4$.



Gambar 16. Pelabelan tak teratur modular graf matahari mempunyai $ms(Sf_8) = 4$.

Hasil penemuan pola dan pembuktian untuk kasus yang umum, dapat dilihat bahwa nilai ketakteraturan modular untuk graf di Gambar 15 menghasilkan nilai yang sama, tetapi untuk graf Gambar 16 dapat menghasilkan nilai ketidakteraturan graf yang berbeda. Hasil secara umum diperoleh sebagai berikut [31].

Teorema 10.[31] Misalkan $M(C_n)$ adalah graf middle dari graf lingkaran dengan $n \geq 3$, maka

$$ms\big(M(C_n)\big) = \begin{cases} \infty, & n \text{ bernilai ganjil,} \\ \dfrac{n}{2} + 1, & n \text{ bernilai genap.} \end{cases}$$

Teorema 11. [31] Misalkan $D(K_n)$ adalah bunga daisy dari graf lingkaran dengan $n \geq 3$, maka

$$ms(D(K_n)) = \begin{cases} \infty, & n \text{ bernilai ganjil,} \\ \dfrac{n}{2} + 1, & n \text{ bernilai genap.} \end{cases}$$

Teorema 12. [31] Misalkan Sf_n adalah graf bunga matahari dari graf lingkaran dengan $n \geq 3$, maka

$$ms(Sf_n) = \begin{cases} 3, & n = 3, \\ 4, & n = 5, \\ \left\lceil \dfrac{n+1}{2} \right\rceil, & \text{nilai } n \text{ lainnya.} \end{cases}$$

Selain hasil yang dikemukakan di atas, beberapa hasil terkait nilaiketakteraturan modular sudah dipublikasikan, seperti di [13, 32]

Hadirin yang saya hormati.

Beberapa hasil penelitian yang sudah kami lakukan telah saya paparkan sebelumnya. Semua hasil karya saya dilakukan melalui kolaborasi, baik dengan teman sejawat di luar negeri, di Indonesia, di Departemen Matematika FMIPA UI sendiri, dan juga bersama mahasiswa-mahasiswa bimbingan saya. Pada Gambar 17 terlihat jejaring kolaborasi riset di Indonesia berdasarkan data di SINTA 2023.

Gambar 17. Jejaring kolaborasi riset di Indonesia berdasarkan SINTA

Hadirin yang saya hormati,

Secara umum, dalam menghadapi era Society 5.0 ada dua hal yang harus dilakukan yaitu adaptasi dan kompetensi. Untuk menjawab tantangan Revolusi industri 4.0 dan Society 5.0 dalam dunia pendidikan diperlukan kecakapan hidup abad 21 yang diharapkan dimiliki oleh siswa sejak sekolah dasar ini adalah memiliki kemampuan 6 Literasi Dasar (literasi numerasi, literasi sains, literasi informasi, literasi finansial, literasi budaya dan kewarganegaraan). Tidak hanya literasi dasar namun juga memiliki kompetensi lainnya yaitu mampu berpikir kritis, bernalar, kretatif, berkomunikasi, kolaborasi serta memiliki kemampuan untuk melakukan problem solving [42].

Di dalam mempelajari matematika maka seharusnya siswa dan mahasiswa akan secara otomatis berpikir kritis, bernalar dengan benar, kreatif dan jika ditambah kemampuan komunikasi dan berkolaborasi, diharapkan siswa dan mahasiswa mampu berusaha mencari solusi dari masalah yang dihadapinya. Kepekaan dalam melihat pola yang ditekankan dalam mempelajari matematika diharapkan dapat membuat semua pihak dapat melihat lebih jelas masalah yang dihadapinya. Matematika tidak hanya mengajarkan hal-hal yang sudah ditemukan di masa lalu, tetapi kita juga bisa mengajak siswa dan mahasiswa untuk menemukan suatu pola atau hal baru yang belum pernah ditemukan sebelumnya. Hal ini merupakan inti dari penelitian, yang skalanya bisa untuk tingkat sederhana sampai yang lebih kompleks. Seperti yang sudah saya jelaskan di awal, konsep baru bisa saja dimulai dari hal yang sederhana. Bergantung kita, apakah penemuan atau pemikiran dan pertanyaan sederhana itu dapat dikembangkan. Sehingga pengajaran matematika dan kecintaan terhadap matematika perlu dikuatkan. Tanggung jawab ini juga menjadi tanggung jawab bersama, termasuk kita yang menjadi dosen di Perguruan Tinggi.

Selain tugas utama dosen sebagai pengajar, peneliti, dan juga pengabdian masyarakat, kita juga harus mengingat bahwa saat ini kita sudah menghadapi era Society 5.0. Peran Matematika dan khususnya teori graf sangat penting. Data-data yang diperoleh akan lebih mempunyai arti apabila antar objek juga dilihat relasi di antaranya. Relasi antar obyek untuk kondisi ini dapat digambarkan dalam bentuk graf. Sehingga penelitian di bidang graf akan sangat menantang, bukan hanya untuk aplikasinya, tetapi juga perlu dikuatkan dengan penelitian di bidang teori. Diharapkan ke depannya pengembangan penelitian di bidang graf dan juga matematika secera umum dapat membantu pengembangan aplikasi matematika, di masa mendatang di berbagai bidang.

Referensi

1. Afifah, K.N. and Sugeng, K.A. (2023). Local strong rainbow connection number of corona product between cycle graphs. *Indonesian Journal of Combinatorics*, (7)1, 24-25.
2. Arumugam, S., Premalatha, K., Bača, M., dan Semanicova-Fenovcikova, A. (2017). Local antimagic vertex coloring of a graph, *Graphs and Combinatorics* 33, 275 – 285.
3. Arumugam, S., Bača, M., Marr, A., Semaničová-Feňovčíková, A. and Sugeng, K.A. (2022). Note on in-antimagicness and out-antimagicness of digraphs. *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, 25(6), 1603-1611.
4. Akerina, A. and Sugeng, K. A. (2021). Graceful labeling on a multiple-fan graph with pendants. *AIP Conference Proceedings*, 2326, 020001
5. Baca, M. and Miller, M. (2008), *Super Edge-Antimagic Graphs*, Brown Walker Press
6. Biggs, N.L., Lloyd, E.K. and Robin J.W.. ***Graph Theory: 1736-1936***. Oxford: Clarendon Press, 1976.
7. Bong, N., Bača, M., Semaničová-Feňovčíková, A., Sugeng, K.A., Wang, T. (2020). Local face antimagic evaluations and coloring of plane graphs. *Fundamenta Informaticae*, 174(2), 103-119.
8. Chartrand, G., Johns, G.L, McKeon, K.A. and Zhang, P. (2008),

Rainbow connection in graphs, *Mathematica Bohemica,* Vol 133 (1), 85-98
9. Gallian, J.A. (2021). A dynamic survey of graph labeling, *The Electric Journal of Combinatorics* DS#6.
10. Hadiputra, F., Sugeng, K.A., Silaban, D.R, Maryati, T.K. and Froncek, D., (2021) Chromatic number of super vertex local antimagic total labelings of graphs, *EJGTA* 9 (2), 485–498
11. Harnett, K. (2020), Rainboware a Mathematician's best friend, https://nautil.us/rainbows-are-a-mathematicians-best-friend-237750/
12. Harstfield, N. and Ringel, G. (1994), *Pearls in Graph Theory,* Dover Pub.
13. Hinding, N., Sugeng, K.A., Nurlindah, Wahyudi, T.J. and Simanjuntak, R. (2022). Two types irregular labelling on dodecahedral modified generalization graph. *Heliyon*, 8(11), e11197.
14. Kotzig and Rosa, (1970) A., Magic Valuations of Finite Graphs, *Canadian Mathematical Bulletin* 13 (4), 451-461
15. Li, X. and Sun, Y., Rainbow Connections of Graphs (Springer, Boston, 2012). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3119-0
16. Lubis, H., Surbakti, N.M., Kasih, R.I. Silaban, D.R. and Sugeng, K.A. (2019). Rainbow connection and strong rainbow connection of the crystal graph and neurons graph. *AIP Conference Proceedings*, 2168, 020053.
17. Montgomery, R., Pokrovskiy, A. & Sudakov, B. A proof of Ringel's conjecture. *Geom. Funct. Anal.* 31, 663–720 (2021). **https://doi.org/10.1007/s00039-021-00576-2**
18. Nugroho, E. and Sugeng, K.A. (2021). On d-local strong rainbow connection number of prism graphs. *Journal of Physics: Conference Series*, 1772, 012053.
19. Nurvalzy, D.E. and Sugeng, K.A. (2018). Graceful labeling of edge amalgamation of cycle graph. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108, 012047.
20. Pakpahan, R.N. and Sugeng, K.A. (2018). Graceful labeling for some supercaterpillar graphs using adjacency matrix. *AIP Conference Proceedings*, 2023, 020198.
21. Purwitasari, S. and Sugeng, K.A. (2022). Distance-local strong rainbow connection number of the sun graph $Cn°\overline{K}1$. *AIP Conference Proceedings*, 2554, 020010.
22. Resnik, M. (1981). Mathematics as a Science of Patterns: Ontology and Reference. Noûs, 15(4), 529-550. doi:10.2307/2214851
23. Ringel, G. (1998). Super Edge Magic Graph, *SUT Journal of*

Mathematics 2 , 105-109
24. Rosa, A. (1966), On certain valuations of the vertices of a graph. In Theory of Graphs (Internat. Symposium, Rome), 349–355.
25. Septyanto, F. and Sugeng, K.A. (2018). Color code techniques in rainbow connection. E*lectronic Journal of Graph Theory and Applications*, 6(2), 347-361.
26. Septyanto, F. and Sugeng, K.A. (2020). Rainbow connection number of generalized composition. *AKCE International Journal of Graphs and Combinatorics*, 17(1), 367-372.
27. Septyanto, F. and Sugeng, K.A. (2022). Distance-local rainbow connection number. *Discussiones Mathematicae Graph Theory*, 42(4), 1027-1039.
28. Sandy, I.P., Rizal, A., Manurung, E.N. and Sugeng, K.A. (2018). Alternative construction of graceful symmetric trees. *Journal of Physics: Conference Series*, 1008, 012031.
29. Simanjuntak, R., Nadeak, T., Yasin, F., Wijaya, K. Hinding, N. and Sugeng, K.A. (2021). Another antimagic conjecture. *Symmetry*, 13(11), 2071.
30. Slamin, S., Adiwijaya N.O., Hasan, M.A.. Dafik, D. and Wijaya, K. (2020), Local Super Antimagic Total Labeling for Vertex Coloring of Graphs, Symmetry, vol. 12. DOI: 10.3390/sym12111843
31. Sugeng, K. A., Barack, Z.Z., Hinding, N. and Simanjuntak, R. (2021). Modular irregular labeling on double-star and friendship graphs. *Journal of Mathematics*, 2021, 1 - 6.
32. Sugeng, K.A., John, P., Lawrence, M.L. Anwar, L.F. Bača, M. and Semaničová-Feňovčíková, A. (2023). Modular irregularity strength on some flower graphs. *Electronic Journal of Graph Theory and Applications*, 11(1), 27-38.
33. Surbakti, N.M. and. Sugeng, K.A. (2019). The rainbow connection number of a watermill graph. *Journal of Physics: Conference Series*, 1211, 012001.
34. Tanenbaum, A.S. and Wetherall, D.J. (2011). Computer Network. 5th ed. Pearson.
35. https://www.britannica.com/topic/RSA-encryption
36. https://mathworld.wolfram.com/Four-ColorTheorem.html#:~:text=The%20four%2Dcolor%20theorem%20states,conjectured%20the%20theorem%20in%201852.
37. https://www.northcentralcollege.edu/news/2023/01/11/pure-mathematics-vs-applied-mathematics
38. https://prek-math-te.stanford.edu/patterns-algebra/mathematics-patterns-and-algebra
39. https://www.maa.org/press/periodicals/convergence/leonard-eulers

solution-to-the-konigsberg-bridge-problem
40. https://www.maa.org/press/periodicals/convergence/leonard-eulers-solution-to-the-konigsberg-bridge-problem
41. https://www.quantamagazine.org/only-computers-can-solve-this-map-coloring-problem-from-the-1800s-20230329/
42. (https://ditpsd.kemdikbud.go.id//detail/menyiapkan-pendidik-profesional-di-era-society-50

Penutup dan Ucapan Terima Kasih

Hadirin yang Saya Hormati,

Pada akhir pidato ini izinkan saya sekali lagi mengucapkan puji syukur atas berkat dan karunia Tuhan yang berlimpah. Perkenankan saya mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah mendukung saya dalam melaksanakan Tridharma Perguruan Tinggi selama menjadi staf pengajar FMIPA Universitas Indonesia sehingga dapat dikukuhkan menjadi Guru Besar Universitas Indonesia di bidang Ilmu Graf dan Kombinatorika.

Pada kesempatan yang baik ini, perkenankan saya mengucapkan terima kasih atas kasih sayang dan dukungan dari kedua orang tua saya: Alm. Bapak Martono dan Ibu Andrini Martono dan mertua saya Ibu Sri Hartini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan pada suami saya terkasih Sugeng Waluyo dan kedua putri kebanggan saya Aria Danaparamita dan Aria Gita Indira atas kasih, dukungan dan kesabarannya menemani saya dalam perjalanan hidup saya, meskipun tidak semua waktu saya bisa diberikan untuk menemani dan memberikan kasih saya pada keluarga.

Terima kasih juga untuk adik-adik saya, keluarga Wicaksono dan keluarga Arman Widya serta keluarga besar yang ikut memberikan semangat dan keceriaan dalam perjalanan hidup saya.

Saya sampaikan ucapan terima kasih kepada Pemerintah RI khususnya Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, Bapak Nadiem Anwar Makarim, BA., MBA. yang telah menetapkan dan mengangkat saya sebagai Guru Besar di FMIPA Universitas Indonesia.

Ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada Rektor Universitas Indonesia Prof. Ari Kuncoro, S.E., MA, Ph.D. dan para Wakil Rektor Universitas Indonesia yang telah banyak memberikan bantuan, melancarkan dan menyetujui pengusulan saya sebagai Guru Besar di lingkungan Universitas Indonesia.

Kepada Dewan Guru Besar (DGB) Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Harkristuti Harkrisnowo, S.H., M.A., Ph.D., beserta seluruh anggota Dewan Guru Besar, Ketua (Prof Heru Suhartanto) dan anggota PAK UI yang telah menyetujui pengusulan Guru Besar, saya sampaikan terimakasih.

Terima kasih mendalan kepada Ketua Senat Akademik UI, Prof. Nachrowi, M Sc., MPhil., Ph.D. dan seluruh anggota Senat Akademik Universitas Indonesia atas dukungannya selama ini kepada saya untuk dapat dikukuhkan menjadi Guru Besar. Ungkapan terimakasih kami haturkan juga untuk Ketua PAK UI (Prof. Dr. Heru Suhartanto) beserta anggota PAK UI yang telah menyetujui pengusulan Guru Besar saya.

Kepada seluruh anggota Dewan Guru Besar FMIPA Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Dr. Sumi Hudiyono, dengan sekretaris Prof. Dr. Wibowo, saya ucapkan terima kasih setinggi-tingginya karena telah mendukung pengusulan saya menjadi Guru Besar FMIPA Universitas Indonesia.

Ucapan terima kasih saya sampaikan terimakasih kepada Ketua Senat Akademik FMIPA Universitas Indonesia, Dr. Eko Kusratmoko, beserta seluruh anggota Senat Akademik FMIPA Universitas Indonesia atas dukungan dan bantuannya.

Terima kasih saya sampaikan kepada Bapak Dekan Dede Djuana, PhD dan Pj Dekan FMIPA UI sebelumnya Dr. Rokhmatulloh yang telah membantu proses pengajuan Guru Besar kami. Terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh Dosen, Karyawan, Mahasiswa dan Alumni FMIPA Universitas Indonesia atas segala dukungannya selama ini pada proses pengangkatan saya sebagai Guru Besar.

Saya mengucapkan terima kasih juga kepada semua pihak Khususnya Direktorat SDM Universitas Indonesia, Tim SDM FMIPA Universitas Indonesia dan jajarannya atas bantuannya dan dukungannya dalam menyiapkan berkas pengurusan kenaikan pangkat. Saya menghaturkan terima kasih yang tak terhingga untuk Prof. Dr. Edy Baskoro (FMIPA ITB) dan Prof. Dr. Sri Wahyuni (FMIPA UGM) atas kesediaan dan keluangan waktu sebagai reviewer sejawat dan memberikan penilaian hasil-hasil riset yang kami tekuni.

Ungkapan terimakasih kami haturkan juga untuk supervisor S3 saya Alm. Prof. Dr. Mirka Miller (University of Newcastle, Australia) dan Prof. Dr. Martin Baca (Technical University of Kosice, Slovakia). Terimakasih juga saya ucapkan untuk seluruh dosen saya pada saat menempuh S2 di ITB, S1 di

UI, guru2 saya di SMA XI Jakarta, SMPN XII Jakarta, dan SDN Blok S1 Jakarta. Karena tanpa bimbingan beliau-beliau, saya tidak akan menjadi seperti saya saat ini.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan pada teman-teman dari Indonesian Combinatorical Society dan Indonesian Mathematical Society yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, atas segala dukungan serta semangat bekerja sama baik untuk penelitian maupun untuk mengembangkan matematika di Indoneisa.

Untuk para dosen (Dr. Denny R. Silaban, Dra. Nora Hariadi, M.Si., Dra. Siti Aminah, M.Si. dan Peter John, M.Si.) dan mahasiswa/mantan mahasiswa bimbingan yang terlibat di Grup Riset Aljabar dan Kombinatorika, terima kasih untuk kerja samanya dalam melakukan penelitian, mengadakan acara untuk pengembangan atmosfir akademik di Departemen Matematika FMIPA UI.

Ungkapan rasa terimakasih kami tujukan juga untuk seluruh dosen & tendik Keluarga Besar Departemen Matematika FMIPA UI yang telah bersama-sama berjuang demi kemajuan dan kesuksesan Departemen Matematika FMIPA UI yang sama-sama kita cintai bersama.

Tak lupa juga untuk seluruh teman-teman seangkatan, teman-teman alumni serta juga teman-teman sejawat dari Departemen lain yang sudah menemani perjalanan hidup saya.

Riwayat Hidup

1. Data Diri

Nama Lengkap	:	Prof. Dr. Kiki Ariyanti Sugeng
Pekerjaan	:	Pegawai Negeri Sipil (PNS) – Dosen
NIP	:	196004221986032002
Unit Kerja / Perusahaan	:	Departemen Matematika, FMIPA, Universitas Indonesia
Gol / Pangkat / Jabatan	:	IV A / Pembina / Guru Besar
Tempat / Tanggal Lahir	:	Jakarta / 22 April 1960
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Nama Suami	:	Sugeng Waluyo
Nama Orang Tua	:	Ibu : A. Martono Bapak : Martono(Alm)
Nama Anak	:	1. Aria Danaparamita 2. Aria Gita Indira
Agama	:	Kristen Protestan
Alamat Rumah	:	Griya Depok Asri B8 No 4 Depok 16411 Jawa Barat
No.Telp / Fax	:	+62818081601871
Email	:	kiki@sci.ui.ac.id

2. **Riwayat Pendidikan Formal**

Tahun (lulus)	**Keterangan**
2006	Doktor Matematika- University of Ballarat (a/n Federation University). Australia
1986	Magister Matematika- Intitut Teknologi Bandung
1984	Sarjana Matematika- Universitas Indonesia
1979	SMAN 11 Jakarta
1975	SMPN XII Jakarta
1972	SDN Blok S1 Jakarta

3. Riwayat Pekerjaan/Jabatan

Tahun	**Keterangan**
2007-2009	Anggota Badan Penjaminan Mutu Akademik UI
2006 – 2010	Anggota Senat Akademik FMIPA UI
1999-2001	Executive Director of QUE Project Department of Mathematics-UI
1996-1998	Sekretaris Jurusan Matematika FMIPA UI
1986 – Sekarang	Dosen dan Peneliti – Departemen Matematika FMIPA UI

4. Kepengurusan / Keanggotaan dalam Organisasi

No.	Tahun / Periode	Organisasi	Jabatan
1.	2023-sekarang	Asian-Oceanian Woman in Mathematics	Coordinator Indonesia
2.	2018-2020 dan 2020-2023	Institute of Combinatorics and Its Applications, berpusat di Duluth, USA	Vice President
3.	2013-2015 dan 2015- 2017	Indonesian Combinatorial Society	President
4.	2006 – 2012	Indonesian Combinatorial Society	Vice President
5.	2012-2014 dan 2014-2016	Indonesian Mathematical Society	Vice President
6.	2016-sekarang	Indonesian Journal of Combinatorics	Chief Editor
7.	2013-sekarang	Electronic Journal of Graph Theory and Applications	Managing Editor

6. Pengalaman Mengajar (5 tahun terakhir)

No	Nama Mata Kuliah
1	Aljabar (S1)
2	Aljabar Linier Elementer (S1)
3	Aljabar Linier 2 (S1)
4	Kriptografi (S1)
5	Logika dan himpunan (S1)
6	Logika dan Teori Bilangan (S1)
7	Matematika diskrit (S1)
8	Metode Penelitian (S1)
9	MPKT B (Sains) (S1)
10	Teori Graf (S1)
11	Topik Khusus (S2)
12	Topik Khusus 1 (S2)
13	Analisis Fungsional Lanjut (S2)
14	Analisis Real Lanjut (S2)
15	Teori Graf Aljabar (S2)
16	Teori Pengkodean (S2)
17	Topik Khusus (S2)

7. Penghargaan / Paten / HKI

No	Judul	Tahun
1	Endeavour Award Post doc University of Ballarat, Australia	2006
2	Dosen Inti Penelitian FMIPA UI	2009-2014
3	Dosen Teladan 2 UI (Dosen Teladan 1 FMIPA UI)	

8. Beberapa Hibah Penelitian yang diperoleh (5 tahun terakhir)

No	Judul Penelitian	Tahun
1	Sifat Spektral Matriks Antiadjacency, Hibah Puti Q2-UI (Ketua)	2023-2024
2	Kekuatan Tak-Teratur Modular Pada Graf Teratur Korona, Hibah Pascasarjana UI (Ketua)	2023-2024
3	Pengamanan Data Dengan Pewarnaan Graf, Hibah Riset Kolaborasi Indonesia (Anggota)	2023
4	Pusat Kolaborasi Riset Teori Graf Dan Kombinatorika Untuk Membangun Bangsa, Hibah Kolaborasi Riset ITB-UI-BRIN (Anggota)	2022 dan 2023
5	Bilangan Kromatik Antiajaib, Hibah PUTI Q2 UI (Ketua)	2022-2023

No	Judul Penelitian	Tahun
6	*Algebraic Attack* Pada Kriptografi Berbasis *Lattice.*, Hibah Pascasarjana Dikti (Ketua)	2022
7	Pelabelan Jarak Irregular, Hibah Outi Ki(2q2)-UI (Ketua)	2021
8	Pelabelan Simpul Total Super Antiajaib Lokal, Hibah Saintekes (Ketua)	2020
9	Pelabelan Jarak Irregular, Hibah Ki(2q2)-UI (Ketua)	2020
10	Pewarnaan Pelangi Dan Pewarnaan Pelangi Kuat Dari Beberapa Keluarga Graf, Hibah Q1Q2-UI (Ketua)	2019
11	Pelabelan Jarak-D Simpul Inklusif Pada Graf Tangga Segi Tiga, Graf Lintasan Dan Graf Kipas, Hibah PITA A-UI (Ketua)	2019

9. Topik Bimbingan Program Studi Magister dan Sarjana

Daftar Penelitian Program Magister 2018-2023

Tahun	Nama	Judul
2021/2022 Term 1	Muhammad Irfan Arsyad Prayitno	Sifat-Sifat Matriks Anti Ketetanggaan Suatu Graf Berarah dan Graf Garis Berarahnya
2021/2022 Term 1	Amira Zahra	Modifikasi ECDSA untuk Mencegah Eksploitasi ECDSA Weak Randomness dan Rho Method Attack
2021/2022 Term 1	Masdaria Natalina Br Silitonga	Pewarnaan Simpul Antiajaib Lokal pada Graf Gear dan Graf Jahagir
2021/2022 Term 1	Setiawan	Pewarnaan Simpul Antiajaib Lokal pada Graf Perkalian Korona Dua Lintasan
2021/2022 Term 1	Siwi Purwitasari	Bilangan Keterhubungan Pelangi Kuat Lokal-d untuk Graf Matahari CnKr
2020/2021 Term 2	Martarina Purwaningsih	Konstanta Quadratic Embedding pada Graf Cumi-Cumi dan Graf Layangan
2020/2021 Term 1	Wahri Irawan	Konstanta Quadratic Embedding pada Graf Hairy Cycle
2018/2019 Term 2	Budi Utami	Bilangan Ketakteraturan Simpul Jarak-d Inklusif pada Beberapa Kelas Graf
2018/2019 Term 2	Arya Gustu Pradana	Pelabelan Harmonis pada Graf Korona dari Graf Lengkap.
2018/2019 Term 2	Raiyani	Bilangan Keterhubungan Pelangi dan Pelangi Kuat Pada Kelas Graf Grid-3D
2018/2019 Term 2	Nurul Maulida Surbakti	Bilangan Keterhubungan Pelangi pada Graf Watermill
2018/2019 Term 1	Hirwati Lubis	Bilangan Keterhubungan Pelangi dan Keterhubungan Pelangi Kuat pada Graf Kristal dan Dendrit

10. Daftar Bimbingan Penelitian Program Sarjana 2018-2023

Tahun	Nama	Judul
2022/2023 Term 1	Daniel Christian Wondal	Kekuatan Tak Teratur Modular pada Graf Kincir Angin Belanda
2022/2023 Term 1	Calvin Charis	Indeks Keterhubungan dari Uncertain Hypergraph
2022/2023 Term 1	Malvin Augurius	Kekuatan Tak Teratur Modular pada Graf Mahkota
2022/2023 Term 1	Mahardia Putra Raes	Pelabelan Total Super Busur Ajaib pada Kelas Graf Korona
2022/2023 Term 1	Muhammad Satria Ibrahim	Kekuatan Tak Teratur Modular pada Graf Tangga Mobius dan Graf Tangga
2022/2023 Term 1	Muhammad Alif Asyad Kurniatama	Pelabelan Total Super Busur Ajaib pada Graf Prisma dan Graf Tangga
2021/2022 Term 2	Michelle Leticia Lawrence	Kekuatan Tak Teratur Modular dari Graf Middle dari Graf Lingkaran
2021/2022 Term 2	Lenni Fitri Anwar	Kekuatan Tak Teratur Modular pada Graf Bunga Matahari
2021/2022 Term 2	Dara Ceria Destiasa	Pelabelan Total Super Simpul Antiajaib-(a,d) untuk Graf Lengkap
2021/2022 Term 2	Nikson Simarmata	Konstruksi Pelabelan Graceful pada Graf Superbintang Menggunakan Matriks Ketetanggaan
2021/2022 Term 2	Adinda Diyah Ayu Permatasari	Pelabelan Total Super Busur Antiajaib Lokal pada Graf Bunga Matahari
2021/2022 Term 2	Kevin Suteja	Pelabelan Total Takteratur pada Beberapa Kelas Graf
2021/2022 Term 2	Khairunnisa Nur Afifah	Bilangan Keterhubungan Pelangi Kuat Lokal pada Graf Hasil Operasi Korona Antara Graf Lingkaran
2021/2022 Term 1	Zeveliano Zidane Barack	Pelabelan Tak Teratur Modular pada Graf Friendship
2020/2021 Term 2	Afifan Hadi	Sifat-sifat Graf Cayley Grup Sn

Tahun	Nama	Judul
2020/2021 Term 2	Ridho Surya Perkasa	Graf Cayley Orde Prima dari Grup Dihedral
2020/2021 Term 2	I Putu Putra Gemilang Adi Guna	Pelabelan Modular Tak Terartur pada Graf Dodecahedral yang Diperumum
2020/2021 Term 2	Rizki Rachmadhani	Pelabelan Graceful pada Graf Lilin
2020/2021 Term 1	Juan Daniel	Nilai Eigen Matriks Antiketetanggaan dari Graf Cayley dari Grup Zn
2020/2021 Term 1	Lingga Musroji	Kekuatan Takteratur-(H1,H2) Total dari Graf G
2020/2021 Term 1	Shiddiq Khatomi Halim	Penggunaan Kode Goppa pada Kriptosistem Niederreiter
2020/2021 Term 1	Eunike Setiawan	Pelabelan Total Busur Ajaib Konsekutif Busur-b pada Graf Pohon
2019/2020 Term 2	Fawwaz Fakhrurrozi Hadiputra	Pelabelan Total Super Simpul Antiajaib Lokal
2019/2020 Term 2	Qomaruzzaman	Polinomial Karakteristik dan Nilai Eigen Matriks Antiketetanggaan dari Graf Kecebong Berarah Unisiklik
2019/2020 Term 1	Martinus Julius Setiawan	Pelabelan Total Super Busur Ajaib pada Graf Kembang Api F_(m,n,d)
2019/2020 Term 1	Alfi Nurrahmah	Implementasi Algoritma Markov Clustering pada Data Interaksi Protein-Protein
2018/2019 Term 1	Edo Krisna Dewandono	Clustering Protein-Protein Interaction Data dengan Spectral Clustering dan Fuzzy Random Walk

11. Daftar Publikasi (5 tahun terakhir)

No	Tanggal/Tahun Terbit	Keterangan
1	2023	K. N. Afifah and K. A. Sugeng, (2023). Local strong rainbow connection number of corona product between cycle graphs. *Indonesian Journal of Combinatorics*, **(7)1**, 24-25.
2	2023	K. A. Sugeng, P. John, M. L. Lawrence, L. F. Anwar, M. Bača, and A. Semaničová-Feňovčíková. (2023). Modular irregularity strength on some flower graphs. *Electronic Journal of Graph Theory and Applications*, **11(1)**, 27-38.
3	11 November 2022	N. Hinding, K. A. Sugeng, Nurlindah, T. J. Wahyudi, and R. Simanjuntak, (2022). Two types irregular labelling on dodecahedral modified generalization graph. *Heliyon*, **8(11)**, e11197.
4	06 Oktober 2022	E. Setiawan, K. A. Sugeng, and D. R. Silaban, (2022). On b-edge consecutive edge magic total labeling on trees. *Electronic Journal of Graph Theory and Apllications*, **10(2)**, 553-563.
5	30 Juli 2022	J. Daniel, K. A. Sugeng, and N. Hariadi, (2022). Eigenvalues of Antiadjacency Matrix of Cayley Graph of Zn. *Indonesian Journal of Combinatorics*, **6(1)**, 66-76.
6	24 Juni 2022	F. Septyanto and K. A. Sugeng, (2022). Distance-local rainbow connection number. *Discussiones Mathematicae Graph Theory*, **42(4)**, 1027-1039.
7	01 Juni 2022	M. I. A. Prayitno and K. A. Sugeng, (2022). On antiadjacency matrix of a digraph with directed digon(s). *Barekeng*, **16(2)**, 497-506.
8	01 Maret 2022	W. Irawan and K. A. Sugeng, (2022). Characteristic Antiadjacency matrix of graph join. *Barekeng*, **16(1)**, 41-46.

No	Tanggal/Tahun Terbit	Keterangan
9	05 Februari 2022	J. Peng, B. Zhang, and K. A. Sugeng, (2022). Uncertain hypergraphs: a conceptual framework and some topological characteristics indexes. *Symmetry*, **14(2)**, 330.
10	25 Januari 2022	S. Purwitasari and K. A. Sugeng, (2022). Distance-local strong rainbow connection number of the sun graph $Cn \circ \overline{K}1$. *AIP Conference Proceedings*, **2554**, 020010.
11	25 Januari 2022	M. I. A. Prayitno and K. A. Sugeng, (2022). On powering adjacency and antiadjacency matrices of a directed graph. *AIP Conference Proceedings*, **2554**, 020015.
12	Januari 2022	S. Arumugam, M. Bača, A. Marr, A. Semaničová-Feňovčíková, and K. A. Sugeng, (2022). Note on in-antimagicness and out-antimagicness of digraphs. *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, **25(6)**, 1603-1611.
13	03 Januari 2022	M. I. A. Prayitno and K. A. Sugeng, (2022). On Characteristic polynomial antiadjacency matrix of a line digraph. *Jurnal Matematika UNAND*, **11(1)**, 74-81.
14	30 Desember 2021	S. L. Chasanah, E, Khairunnisa, M. Yusuf, and K. A. Sugeng, (2021). Relationship between adjacency and distance matrix of graph of diameter two. *Indonesian Journal of Combinatorics*, **5(2)**, 63-67.
15	28 Desember 2021	K. A. Sugeng, Z. Z. Barack, N. Hinding, and R. Simanjuntak, (2021). Modular irregular labeling on double-star and friendship graphs. *Journal of Mathematics*, **2021**, 1 - 6.
16	02 November 2021	R. Simanjuntak, T. Nadeak, F. Yasin, K. Wijaya, N. Hinding, and K. A. Sugeng, (2021). Another antimagic conjecture. *Symmetry*, **13(11)**, 2071.

No	Tanggal/Tahun Terbit	Keterangan
17	16 Juli 2021	K. A. Sugeng, D. R. Silaban, M. Bača, and A. Semaničová-Feňovčíková, (2021). Local inclusive distance vertex irregular graphs. *Mathematics*, **9(14)**, 1673.
18	16 Juli 2021	F. F. Hadiputra, K. A. Sugeng, D. R. Silaban, T. K. Maryati, and D. Froncek, (2021). Chromatic number of super vertex local antimagic total labelings of graphs. *Electronic Journal of Graph Theory and Applications*, **9(2)**, 485-498.
19	23 Maret 2021	N. Hasyyati, K. A. Sugeng, and S. Aminah, (2021). Characteristic polynomial and eigenvalues of anti-adjacency matrix of directed unicyclic corona graph. *Journal of Physics: Conference Series*, **1836**, 012001.
20	23 Maret 2021	Qomaruzzaman, S. Aminah, and K. A. Sugeng, (2021). Properties of characteristic polynomial and eigenvalues of antiadjacency matrix of directed unicyclic tadpole graph. *Journal of Physics: Conference Series*, **1836**, 012002.
21	18 Maret 2021	E. R. Albirri, A. Fathahillah, S. Hussen, and K. A. Sugeng, (2021). Eigenvalues of adjacency and laplacian matrices of bracelet-Kn graph. *Journal of Physics: Conference Series*, **1839**, 012038.
22	8 Februari 2021	A. Akerina and K. A. Sugeng, (2021). Graceful labeling on a multiple-fan graph with pendants. *AIP Conference Proceedings*, **2326**, 020001.
23	12 Januari 2021	S. Ng, F. Alwie, T. P. Marjadi, and K. A. Sugeng, (2021). Harmonious labeling of the union of m-cycle and n-path graph. *Journal of Physics: Conference Series*, **1725**, 012088.
24	7 Januari 2021	E. Nugroho and K. A. Sugeng, (2021). On d-local strong rainbow connection number of prism graphs. *Journal of Physics: Conference Series*, **1772**, 012053.

No	Tanggal/Tahun Terbit	Keterangan
25	7 Januari 2021	W. Irawan and K. A. Sugeng, (2021). Quadratic embedding constants of hairy cycle graphs. *Journal of Physics: Conference Series*, **1772**, 012046.
26	15 September 2020	K. A. Sugeng, R. A. Gilang, and D. R. Silaban, (2020). Harmonious labeling on some join and cartesian product of graphs. *AIP Conference Proceedings*, **2268**, 040008.
27	3 Juli 2020	J. Lu, J. Peng, J. Chen, and K. A. Sugeng, (2020). Prediction method of autoregressive moving average models for uncertain time series. *International Journal of General Systems*, **49(5)**, 546-572.
28	19 Juni 2020	F. Febriana and K. A. Sugeng, (2020). Odd harmonious labeling on squid graph and double squid graph. *Journal of Physics: Conference Series*, **1538**, 012015.
29	1 Juni 2020	F. F. Hadiputra, V. Vito, K. A. Sugeng, D. R. Silaban, and T. K. Maryati, (2020). Grid-magic labelings of grid unions. *AIP Conference Proceedings*, **2242**, 030012.
30	1 Juni 2020	N. M. Surbakti, D. R. Silaban, and K. A. Sugeng, (2020). The rainbow connection number of graph resulting for operation of sun graph and path graph. *AIP Conference Proceedings*, **2242**, 030010.
31	2 Januari 2020	F. Septyanto and K. A. Sugeng, (2020). Rainbow connection number of generalized composition. *AKCE International Journal of Graphs and Combinatorics*, **17(1)**, 367-372.
32	2020	D. Indriati, W. Widodo, I. E. Wijayanti, K. A. Sugeng, and I. Rosyida, (2020). Totally irregular total labeling of some caterpillar graphs. *Electronic Journal of Graph Theory and Applications*, **8(2)**, 247-254.

No	Tanggal/Tahun Terbit	Keterangan
33	2020	N. Bong, M. Bača, A. Semaničová-Feňovčíková, K. A. Sugeng, T. Wang, (2020). Local face antimagic evaluations and coloring of plane graphs. *Fundamenta Informaticae*, **174(2)**, 103-119.
34	2020	Hendy, A. N. Mudholifah, K. A. Sugeng, M. Bača, and A. Semaničová-Feňovčíková, (2020). On H-antimagic decomposition of toroidal grids and triangulations. *AKCE International Journal of Graphs and Combinatorics*, **17(3)**, 761-770.
35	2020	B. Utami, K. A. Sugeng, and S. Utama, (2020). On inclusive d-distance irregularity strength on triangular ladder graph and path. *AKCE International Journal of Graphs and Combinatorics*, **17(3)**, 810-819.
36	19 Desember 2019	K. A. Sugeng, Surip, and Rismayati, (2019). On odd harmonious labeling of m -shadow of cycle, gear with pendant and Shuriken graphs. *AIP Conference Proceedings*, **2192**, 040015.
37	4 November 2019	H. Lubis, N. M. Surbakti, R. I. Kasih, D. R. Silaban, and K. A. Sugeng, (2019). Rainbow connection and strong rainbow connection of the crystal graph and neurons graph. *AIP Conference Proceedings*, **2168**, 020053.
38	4 November 2019	A. G. Pradana, B. Utami, D. R. Silaban, and K. A. Sugeng, (2019). Harmonious labeling for the corona graphs of small complete graph. *AIP Conference Proceedings*, **2168**, 020054.
39	7 Mei 2019	N. M. Surbakti and K. A. Sugeng, (2019). The rainbow connection number of a watermill graph. *Journal of Physics: Conference Series*, **1211**, 012001.

No	Tanggal/Tahun Terbit	Keterangan
40	4 Desember 2018	K. Muhammad, K. A. Sugeng, and H. Murfi, (2019). Machine learning with partially homomorphic encrypted data. *Journal of Physics: Conference Series*, **1108**, 012112.
41	4 Desember 2018	D. E. Nurvalzy and K. A. Sugeng, (2018). Graceful labeling of edge amalgamation of cycle graph. *Journal of Physics: Conference Series*, **1108**, 012047.
42	22 Oktober 2018	R. N. Pakpahan and K. A. Sugeng, (2018). Graceful labeling for some supercaterpillar graphs using adjacency matrix. *AIP Conference Proceedings*, **2023**, 020198.
43	22 Oktober 2018	H. Hendy, K. A. Sugeng, and A. N. M. Salman, (2018). An H-super magic decompositions of the lexicographic product of graphs. *AIP Conference Proceedings*, **2023**, 020193.
44	17 Oktober 2018	M. Yusuf and K. A. Sugeng, (2018). The relation between the square of the adjacency matrix and spectra of the distance matrix of a graph with diameter two. *AIP Conference Proceedings*, **2021**, 060023.
45	17 Oktober 2018	B. Utami, K. A. Sugeng, and S. Utama, (2018). Inclusive vertex irregular 1-distance labelings on triangular ladder graphs, *AIP Conference Proceedings*, **2021**, 060006.
46	27 April 2018	E. R. Albirri, K. A. Sugeng, and D. Aldila, (2018). On the modification Highly Connected Subgraphs (HCS) algorithm in graph clustering for weighted graph. *Journal of Physics: Conference Series*, **1008**, 012037.
47	27 April 2018	I. P. Sandy, A. Rizal, E. N. Manurung, and K. A. Sugeng, (2018). Alternative construction of graceful symmetric trees. *Journal of Physics: Conference Series*, **1008**, 012031.

No	Tanggal/Tahun Terbit	Keterangan
48	1 Maret 2018	I.Rosyida, J. Peng, L. Chen, W. Widodo, C. R. Indrati, and K. A. Sugeng, (2016). An uncertain chromatic number of an uncertain graph based on α-cut coloring. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, **17(1),** 103-123.
49	2018	F. Septyanto and K. A. Sugeng, (2018). Color code techniques in rainbow connection. E*lectronic Journal of Graph Theory and Applications*, **6(2)**, 347-361.
50	2018	M. Bača, A. Semaničová-Feňovčíková, S. Slamin, and K. A. Sugeng, (2018). On inclusive distance vertex irregular labelings. *Electronic Journal of Graph Theory and Applications*, **6(1)**, 61-83.

11. Mitra Bestari / Reviewer Jurnal bereputasi

No.	Nama Jurnal
1.	AJC (Australasian Journal of Combinatorics)
2.	AKCE
3.	Applied Mathematics and Computer Science (Elsevier)
4.	Discrete Mathematics (Elsevier)
5.	Discrete Applied Mathematics (Elsevier)
6.	EJGTA (Electronic Journal of Graph Theory and Applicarion)
7.	Electronic Journal of Combinatorics
8.	Indonesian Journal Of Combinatorics
9.	International Journal of Computer Mathematics (Taylor and Francis)
10.	JCCMCC
11.	JIMS (Journal of Indonesian Mathematical Society)
12.	Kyungpook Mathematical Journal
13.	Mathematics in Computer Science
14.	Math Review
15.	Thai Journal of Mathematics
16.	Utilitas Mathematica