

Penerapan Algoritma Welch-Powell Dalam Pewarnaan Graf Menentukan Menu Makan Siang Karyawan

Fianindra Riezca Augusty¹, Yosefina Finsensia Riti^{2*}, Swara Teguh Herawan³

^{1,2*,3}Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya, Indonesia,

¹fianindra.augusty@student.ukdc.ac.id, ^{2*}yosefina.riti@ukdc.ac.id, ³swara.herawan@student.ukdc.ac.id



Histori Artikel:

Diajukan: 13 Juni 2023

Disetujui: 19 Juni 2023

Dipublikasi: 19 Juni 2023

Kata Kunci:

Grafik; Algoritma Welch-Powell; Menu Makanan; Lauk Pauk, PT. UBS

Digital Transformation

Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak

Menu makanan merupakan pedoman atau petunjuk bagi yang menyiapkan hidangan makanan agar dapat digambarkan seperti apa masakan yang akan disajikan. Penyusunan menu makanan meliputi tahap perencanaan dalam pengolahan makanan. Penyusunan menu makanan dapat diselesaikan dengan pewarnaan titik menggunakan Algoritma Welch – Powell. Algoritma ini bekerja untuk menyusun menu makanan agar tidak ada menu makanan yang sama setiap hari dalam seminggu. Dari pengolahan data diperoleh 6 kombinasi menu makanan berdasarkan lauk pauk yang telah ditentukan selama satu minggu. Dan didapatkan 24 kombinasi menu makan siang selama satu bulan. Hasil penjadwalan menu makan siang di PT UBS selama satu bulan menggunakan Algoritma Welch-Powell untuk pewarnaan titik pada Graf.

PENDAHULUAN

Menurut Subri “Dalam Manulang, 2002”, Karyawan merupakan penduduk dalam usia produktif kerja atau jumlah penduduk di suatu negara yang menghasilkan barang dan jasa jika ada permitraan terhadap tenaga mereka, dan jika mereka mau berpartisipasi dalam aktivitas tersebut. Dalam aktivitas mereka sebagai karyawan, suatu perusahaan yang memerlukan tenaga mereka harus memperhatikan tunjangan hidup dan fasilitas mereka selama bekerja, serta memperhatikan kesehatan karyawannya (Asnur & Hadma, 2020). Contoh fasilitas pokok yang dapat ditanggung oleh perusahaan adalah ketersediaan biaya makan karyawannya. Sebagian perusahaan menyediakan menu makan siang setiap harinya untuk karyawan, sehingga karyawan perusahaan tersebut tidak perlu keluar dari area kantor untuk membeli makan siang. Hal ini membuat waktu istirahat karyawan tidak terbuang untuk membeli makan siang di luar area kantor.

Menu makanan adalah rangkaian dari beberapa macam makanan yang disajikan untuk seseorang atau sekelompok orang dalam sekali makan, makanan ini bisa berupa sajian makan pagi, makan siang, dan makan malam (Amiroch & Andini, 2016). Menu makanan merupakan panduan atau arahan bagi yang menyiapkan hidangan makanan agar dapat tergambar seperti apa hidangan yang akan disajikan. Susunan menu makanan termasuk suatu tahap perencanaan dalam pengolahan makanan, agar dalam penyajiannya dapat berjalan dengan baik, maka dalam penyusunan menu harus mengetahui dasar-dasar dalam penyusunan menu seperti mengetahui tujuan penyusunan menu untuk makanan sehari-hari, kebutuhan gizi, waktu makan dan mengetahui jumlah yang akan makan (Asnur & Hadma, 2020). Penyusunan menu makan yang baik adalah penyusunan menu makan yang memperhatikan karbohidrat, protein, vitamin yang terkandung dalam makanan.

Terdapat salah satu cabang matematika yang dalam penerapannya dapat digunakan untuk menyusun menu makanan yaitu teori graf dengan titik-titik berwarna. Pewarnaan titik melibatkan pewarnaan titik-titik dari suatu graf sedemikian rupa sehingga tidak ada titik tetangga yang memiliki warna yang sama (Irwanto, 2018). Ini juga melibatkan penggunaan warna sesedikit mungkin (Amiroch & Andini, 2016). Terdapat beberapa algoritma yang digunakan dalam pewarnaan titik, salah satunya adalah algoritma Welch-Powell.

Dalam penerapan algoritma welch-powell terdapat beberapa hasil yang sudah dilakukan sebelumnya, diantaranya (Ermanto & Finsensia Riti, 2022) menyimpulkan permasalahan terkait penjadwalan lebih tepat menggunakan algoritma welch-powell karena lebih cepat dalam hal waktu dan lebih ringkas dalam kompleksitas dibandingkan dengan algoritma rekursif terbesar pertama. Penelitian sama yang dilakukan oleh (Wahyu et al., 2022) dengan permasalahan penjadwalan mata kuliah semester genap dan ganjil, dengan algoritma welch-powell hasil yang diperoleh yaitu 24 warna berbeda untuk semester genap dan 19 warna berbeda untuk semester ganjil. Pernyataan berikutnya oleh (Bustan & Salim, 2019) juga terkait masalah penjadwalan, pewarnaan menggunakan algoritma welch-powell dapat diterapkan untuk penjadwalan bimbingan dengan mempresentasikan mahasiswa sebagai titik atau node. Penelitian sama yang dilakukan oleh (Suwignyo et al.,

2022) dalam permasalahan pembuatan jadwal ujian mengatakan, cara kerja algoritma welch-powell adalah dengan mengurutkan simpul berdasarkan derajat yang dimiliki simpul tersebut, hasil yang didapat adalah algoritma ini menghasilkan jadwal ujian tengah semester yang efisien dan tidak ada mata kuliah yang bertabrakan.

Kemudian Penelitian lain (Qomaruddin et al., 2022) terkait masalah pemetaan warna pada peta provinsi Jawa Barat, dengan menggunakan algoritma welch-powell mendapatkan 3 bilangan kromatik dan menghasilkan 20 titik dengan 3 warna minimum. Pernyataan yang sama juga di berikan oleh (Ardianto S et al., 2022) dalam pewarnaan wilayah pada distrik Manokwari, mendapatkan hasil 4 derajat tertinggi dan 3 warna minimum.

Algoritma ini bekerja untuk menyusun menu makanan agar tidak ada menu makanan yang sama di tiap hari dalam seminggu dan menu makanan yang sudah disusun memiliki kombinasi yang pas antara lauk dan sayurinya. Susunan menu yang diselesaikan dengan pewarnaan graf merupakan hasil akhir dari penelitian ini. Selain untuk menemukan susunan menu yang tepat pada jadwal menu makan siang PT UBS, penelitian ini juga dilakukan untuk memenuhi tugas akhir mata kuliah Teori Graf pada Program Studi Ilmu Informatika.

Susunan menu makanan karyawan perkantoran disusun dengan memperhatikan jenis hidangan masakan, jumlah karyawan kantor, porsi per sajian makanan, dan kandungan gizi dari hidangan masakan. PT Untung Bersama Sejahtera (UBS) menyediakan menu makan siang untuk karyawannya setiap hari. Dalam satu minggu, karyawan PT UBS bekerja selama 5 hari dengan jam kerja yaitu 8 jam per hari. Susunan menu makan siang di PT UBS diatur sehingga tidak ada menu makanan yang sama di setiap hari per minggunya dalam satu bulan. Kombinasi antara lauk dan sayur dalam hidangan makan siang juga perlu diperhatikan. Jadi, perlu adanya susunan menu makan siang yang cocok dan bergizi seimbang untuk hidangan makan siang karyawan PT UBS.

STUDI LITERATUR

A. Definisi Graf

Graf $G = (V, E)$ dengan V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul dari G atau E adalah himpunan sisi dari G yang memiliki satu atau dua simpul yang terhubung (Zaenab et al., 2016). Jurnal lain memiliki pendapat arti dari graf, yaitu sebuah objek matematis yang memodelkan adanya sebuah hubungan atau relasi antara pasangan elemen dari suatu himpunan tertentu (Dalfó & Fiol, 2018).

B. Pewarnaan Graf

Pewarnaan graf mengacu pada proses pemetaan warna simpul, rusuk, atau daerah dalam sebuah graf sehingga setiap simpul, rusuk, atau daerah yang bertetangga memiliki warna yang berbeda (Fransiskus Fran, 2019). Pewarnaan graf merupakan subbidang penting dari teori graf dengan beberapa aplikasi untuk berbagai masalah yang belum terpecahkan (N Assistant professor GFGC, 2017). Pewarnaan simpul (titik), pewarnaan sisi, dan pewarnaan area merupakan tiga jenis pewarnaan graf yang muncul.

Pewarnaan simpul (atau titik) adalah proses pemberian warna pada setiap simpul sambil memberikan warna yang berbeda pada simpul atau titik di sekitarnya (Lestari & Mulyono, 2020).

C. Bilangan Kromatik

Bilangan kromatik adalah bilangan asli terkecil k , sehingga G memiliki pewarnaan titik sejati k (Dari & Roda, 2003). Jumlah warna terkecil yang dapat digunakan untuk mewarnai simpul atau titik sering disebut sebagai bilangan kromatik

D. Algoritma Welch – Powel

Algoritma Welch-Powell adalah salah satu jenis algoritma pewarnaan graf yang mewarnai suatu graf berdasarkan derajat tertinggi dari simpulnya, sering dikenal dengan Largest Degree Ordering (LDO) (Astuti, 2011). Langkah-langkah algoritma Welch-Powell adalah sebagai berikut:

- a. Urutkan simpul grafik dalam derajat menurun (urutan ini mungkin tidak unik karena beberapa simpul mungkin memiliki derajat yang sama).
- b. Warnai titik pertama (dengan derajat terbesar) dan setiap titik tambahan (berurutan) yang tidak bersebelahan dengan titik pertama dengan warna yang sama.
- c. Mulailah lagi dengan titik derajat tertinggi berikutnya pada daftar urut yang belum diwarnai, lalu warnai titik tersebut dengan warna kedua.
- d. Ulangi menggunakan warna yang berbeda sampai semua titik diwarnai.

Contoh penerapan algoritma Welch-Powell pada permasalahan yang terjadi:

1. Beberapa mahasiswa Teknik Informatika dari Universitas Yos Sudarso, Purwokerto (Fransisca & Kurniawan, 2020) menggunakan metode Welch-Powell untuk menemukan konflik dalam pengembangan jadwal kuliah.
2. Implementasi pewarnaan graf dengan metode Welch-Powell untuk menetapkan jadwal bimbingan mahasiswa Pasific University Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Morotai (Bustan & Salim, 2019).

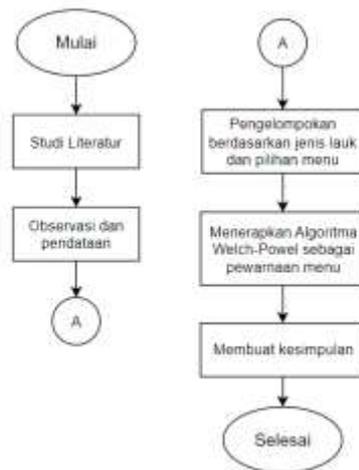
3. Metode Welch-Powell dalam pewarnaan graf untuk membangun sistem registrasi dan prosedur penjadwalan data berbasis web (Sopiyan et al., 2022). Beberapa mahasiswa dari Fakultas Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional melakukan penelitian ini.

4. Teknik Welch-Powell digunakan dalam pewarnaan graf untuk mengoptimalkan keseluruhan sampah transportasi di Bandung (Permanasari et al., 2020).

METODE

Penelitian yang dilakukan adalah menggunakan metode kuantitatif dengan memanfaatkan data yang dapat diakses. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari fakta yang ada di lapangan, yaitu data menu makanan PT UBS setiap hari. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan terlihat seperti pada gambar 1, yaitu :

1. Melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan bahan refrensi dan menganalisa penelitian terdahulu yang relevan dengan pewarnaan graf dan penggunaan algoritma welch-powell dalam menentukan menu makan siang
2. Observasi dan pendataan menu makan siang guna mengumpulkan data menu makan siang PT UBS dengan melakukan wawancara langsung dengan salah satu staf atau karyawan bagian dapur.
3. Pengelompokan menu yang didapat dengan membuat tabel berdasarkan jenis lauk dan pilihan menu pada jenis lauk tersebut
4. Menerapkan algoritma welch-powell untuk penyusunan menu makan siang
5. Membuat kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan



Gambar 1. Alur Penelitian

Diketahui bahwa adanya masalah komposisi menu makan siang yang berulang, misalnya pada hari senin dan selasa terdapat menu makanan yang sama. Hal tersebut membuat karyawan merasa bosan karena menu masakan yang sama. Pengolahan data menu yang didapat dengan cara mengelompokkan berdasarkan jenis lauk dan pilihan menu dari lauk tersebut. Adapun data-data jenis lauk dan pilihan menu yang sudah dikelompokkan, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data pilihan lauk perbulan

No	Jenis Lauk	Pilihan Menu
1.	Daging	Rawon daging, Bakso daging, Krengseng daging, Soto Daging
2.	Ayam	Kare ayam, Ayam bumbu bebek, Ayam geprek, Ayam bakar bumbu rujak, Ayam Kremes,

		Ayam Suwir, Soto ayam, Sop Ayam
3.	Telur	Telur dadar, Opor telur, Rendang telur, Telur pindang, Telur ceplok bumbu bali, Telur bumbu rujak, Telur balado, Semur tahu telur
4.	Ikan	Kakap fillet, Pepes tongkol, Lele goreng, Mangut patin

Dari tabel diatas maka data tersebut dikonversi ke dalam data per minggu untuk memudahkan melakukan penjadwalan menu makan siang setiap harinya. Data pilihan menu makan siang per minggu disajikan dalam bentuk Tabel seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Data menu per-minggu

Minggu	Pilihan Menu
Minggu Pertama	Rawon Daging, Ayam kremes, Telur ceplok bumbu bali, Kare ayam, Lele goreng, Telur balado.
Minggu Kedua	Telur dadar, Pepes tongkol, Soto ayam, Telur ceplok bumbu bali, Bakso daging, Ayam geprek.
Minggu Ketiga	Kakap fillet. Ayam bakar bumbu rujak, Telur dadar, Ayam suwir, Rawon daging, Telur ceplok bumbu bali.
Minggu Keempat	Krengseng daging, Semur tahu telur, Ayam suwir, Lele goreng, Sop ayam, Telur balado.

Adapun langkah-langkah penyusunan menu adalah:

1. Dibuat daftar menu makanan per hari dalam satu minggu, dengan ketentuan lauk ayam 2 kali, telur 2 kali, daging 1 kali, dan ikan satu kali.
2. Dilakukan kombinasi menu makanan selama satu minggu dengan memperhatikan bahwa kombinasi menu makanan ini cocok dan diharapkan bisa disukai seluruh karyawan. Diperhatikan juga pergantian dari makanan berkuah dan kering.
3. Dari kombinasi tersebut, didapatkan 6 macam menu makan siang yang berbeda untuk satu minggu. Dan 24 kombinasi untuk satu bulan.
4. Untuk menentukan menu makan siang dilakukan pewarnaan titik menggunakan Algoritma Welch-Powell.
- 5.

HASIL

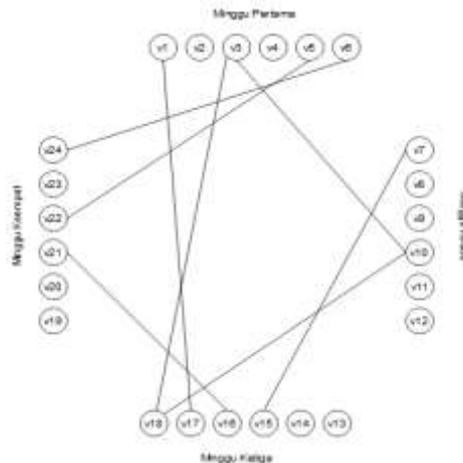
Dalam penyusunan menu makan siang PT UBS, kombinasi menu makan dalam satu hari diberi budget menu sebesar Rp. 12.000 per porsi. Dari data yang sudah diperoleh dan ketentuan diatas didapatkan 6 kombinasi menu makanan berdasarkan lauk yang sudah ditentukan untuk satu minggu, dan diperoleh 24 kombinasi menu makan siang untuk satu bulan.

Lalu, menu yang sudah ditentukan per minggu tersebut direpresentasikan kedalam vertex dan disajikan dalam bentuk Tabel.

Tabel 3. Tabel Vertex

Minggu	Pilihan Menu
Minggu Pertama	Rawon Daging (v1), Ayam kremes (v2), Telur ceplok bumbu bali (v3), Kare ayam (v4), Lele goreng (v5), Telur balado (v6).
Minggu Kedua	Telur dadar (v7), Pepes tongkol (v8), Soto ayam (v9), Telur ceplok bumbu bali (v10), Bakso daging (v11), Ayam geprek (v12).
Minggu Ketiga	Kakap fillet (v13). Ayam bakar bumbu rujak (v14), Telur dadar (v15), Ayam suwir (v16), Rawon daging (v17), Telur ceplok bumbu bali (v18).
Minggu Keempat	Krengseng daging (v19), Semur tahu telur (v20), Ayam suwir (v21), Lele goreng (v22), Sop ayam (v23), Telur balado (v24).

Dari pilihan menu makan per minggu, dikonversikan ke dalam bentuk graf dan diselesaikan menggunakan algoritma Welch-Powell. Jenis makanan akan dikelompokkan per minggu dan sisi graf merupakan representasi dari makanan yang sama per minggu dalam satu bulan.



Gambar 2. Graf Menu Makanan

Terlihat pada gambar 2, graf tersebut merupakan graf sederhana dan tidak mempunyai orientasi arah (Apriyanto, 2018). Graf ini nantinya akan diselesaikan menggunakan algoritma Welch-Powell. Langkah selanjutnya adalah menentukan derajat tertinggi dari setiap vertex dan mengurutkan vertex dari derajat yang paling tinggi. Pada graf, vertex menggambarkan hari dalam satu minggu, sedangkan edge menggambarkan kombinasi menu makan siang per minggu.

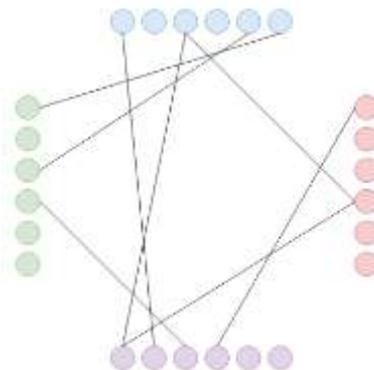
Table 4. Urutan V dari Derajat Tertinggi

No.	Simpul	Tetangga	Derajat
1.	V3	V10, V18	2
2.	V10	V3, V18	2
3.	V18	V3, V8	2
4.	V1	V17	1
5.	V5	V22	1
6.	V6	V24	1
7.	V7	V15	1
8.	V15	V7	1
9.	V16	V21	1
10.	V17	V1	1
11.	V21	V16	1
12.	V22	V5	1
13.	V24	V6	1
14.	V2	-	-
15.	V4	-	-
16.	V8	-	-
17.	V9	-	-
18.	V11	-	-
19.	V12	-	-
20.	V13	-	-
21.	V14	-	-
22.	V19	-	-
23.	V20	-	-
24.	V23	-	-

Langkah selanjutnya adalah mewarnai simpul pertama dengan derajat terbesar dengan satu warna; pada graf tersebut, simpul pertama dengan derajat tertinggi adalah simpul V3. Node lain yang tidak bertetangga dengan node pertama ini juga diwarnai secara progresif (Astuti, 2011).

Pewarnaan dilanjutkan pada simpul tingkat tinggi berikutnya yang tidak diwarnai dalam daftar terurut; dalam graf, simpul yang dimaksud adalah V10. Kemudian, dengan menggunakan warna kedua, ulangi proses pewarnaan pada simpul.

Proses pewarnaan simpul diulangi dengan menambahkan warna-warna hingga semua simpul telah diwarnai.



Gambar 3. Graf Setelah diberi Warna

Hasil dari pewarnaan titik pada Graf diperoleh bilangan kromatik = 4. Bilangan kromatik menunjukkan warna minimum yang dapat dipakai dalam pewarnaan Graf. Warna yang sama pada V berarti menu makan tersebut dapat dibuat dalam 1 minggu yang sama. Terdapat 5 menu makanan yang sama dan tidak boleh ditempatkan dalam satu minggu yang sama.

Table 5. Jadwal Menu Makan

	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
1	Rawon Dag.	Ayam Krem.	Telur Ceplok	Kare Ayam	Lele Gor.	Telur Balad o
2	Telur Dadar	Pepes Tongkol	Soto Ayam	Telur Ceplok	Bakso Dag.	Ayam Gepr ek
3	Kakap Fillet	Ayam Bakar	Telur Dadar	Ayam Suwir	Rawon Dag.	Telur Ceplo k
4	Kreng. Daging	Semur Tahu Telur	Ayam Suwir	Lele Gor.	Sop Ayam	Telur Balad o

Pada menu dengan jenis lauk ikan, diharuskan ikan tersebut dapat mengcover hingga ± 4.000 ekor. Kombinasi menu makan yang terbentuk dalam satu hari tidak boleh sama dengan menu makan di hari lainnya dalam satu minggu. Tetapi, kombinasi menu boleh sama di minggu yang berbeda dalam satu bulan. PT UBS memberikan ketentuan lauk ayam 2 kali, telur 2 kali, daging 1 kali, dan ikan satu kali dalam satu minggu. Jika setiap bulan diakumulasikan terdapat 30 hari maka terdapat 26 hari kerja, yaitu senin sampai sabtu. Jadi perhitungannya adalah $(2 \times 4) + (2 \times 4) + (1 \times 4) + (1 \times 4) = 24$ pilihan lauk dalam satu bulan. Dengan begitu, ketentuan lauk dalam satu bulan adalah 8 kali ayam, 8 kali telur, 4 kali ikan, dan 4 kali daging.

PEMBAHASAN

Hasil dari penjadwalan menu makan siang pada PT UBS selama satu bulan dengan menggunakan algoritma Welch-Powell untuk pewarnaan titik pada Graf. Diketahui bahwa algoritma wlech-powel dapat digunakan untuk menentukan menu makan siang karyawan dengan tepat dan tidak sama dengan menu makan keesokan harinya. Dalam satu bulan, sesuai dengan ketentuan menu dalam satu bulan terdapat 8 kali ayam, 8 kali telur, 4 kali ikan dan 4 kali daging. Maka dari itu algoritma ini baik digunakan dalam menyusun menu makan siang yang berbeda untuk karyawan PT UBS.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penyusunan menu makan siang pada PT UBS menggunakan pewarnaan titik dengan algoritma Welch - Powell menghasilkan jadwal menu makan siang yang terjangkau dan tidak ada menu makan yang sama dalam satu minggu agar karyawan PT UBS tidak merasa bosan. Adapun saran dalam penelitian ini yaitu masih adanya kekurangan pada pengolahan data untuk menentukan pilihan menu makan siang, yang pada penelitian selanjutnya diharapkan tidak terjadi hal yang sama.

REFERENSI

- Amiroch, S., & Andini, E. E. (2016). Pewarnaan Titik Pada Graf Untuk Penyusunan Menu Makanan. *Jurnal UJMC*, 2, 56–61.
- Apriyanto. (2018). Pewarnaan Graph Berbasis Algoritma Welch Powell dalam Pengaturan Jadwal Praktikum. *Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika (PROXIMAL)*, 1(2), 11–21. <http://www.journal.uncp.ac.id/index.php/proximal/article/view/1040>
- Ardianto S, S., Monim, H. O. ., Tri Widjajanti, T. W., & Sesa, J. (2022). Aplikasi Pewarnaan Graf Dalam Penentuan Distrik Yang Strategis Di Kabupaten Manokwari Dengan Algoritma Welch Powell. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIPA, 2022*, 126–141. <https://doi.org/10.30862/psnmu.v7i1.18>
- Asnur, L., & Hadma, D. F. (2020). Analisis Susunan Menu Karyawan Di Rocky Plaza Hotel Padang. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 20(3), 115–122. <https://doi.org/10.24036/invotek.v20i3.852>
- Astuti, S. (2011). Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell. *Jurnal Dian*, 11(1), 68–74. publikasi.dinus.ac.id
- Bustan, A. W., & Salim, M. R. (2019). Implementation of Graph Colouring Using Welch-Powell Algorithm to

- Determine Student Mentoring Schedule. *THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, 4(1), 79–86.
- Dalfó, C., & Fiol, M. À. (2018). Graphs, friends and acquaintances. *Electronic Journal of Graph Theory and Applications*, 6(2), 282–305. <https://doi.org/10.5614/ejgta.2018.6.2.8>
- Dari, T., & Roda, G. (2003). *Penentuan Bilangan Kromatik Lokasi Graf*. VII(4), 1–8.
- Ermanto, Y. V., & Finsensia Riti, Y. (2022). Perbandingan Implementasi Algoritma Welch-Powell Dan Recursive Largest First Dalam Penjadwalan Mata Kuliah. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 4(1), 204–212. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v4i1.402>
- Fransisca, D. C., & Kurniawan, S. D. (2020). Welch powell algoritma aplication to identify the conflict of lesson timetable (case study: informatics engineering, stikom yos sudarso Purwokerto). *International Journal of Technology, Innovation and Humanities*, 1(1), 57–61. <https://doi.org/10.29210/881801>
- Fransiskus Fran, A. H. (2019). Pewarnaan Simpul, Sisi, Wilayah Pada Graf Dan Penerapannya. *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 8(4), 773–782. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v8i4.36037>
- Irwanto, J. (2018). *Pewarnaan titik Pada Graf Spesial dan Operasinya Pendahuluan Metode Penelitian*. 3, 1–6.
- Lestari, L. S., & Mulyono. (2020). Penerapan Algoritma Welch-Powell Pada Pewarnaan Graf Dalam Pemetaanwilayah di Kota Medan. *Karimatika*, 6(1), 17–28.
- N Assistant professor GFGC, B. S. (2017). A Study on Graph Coloring. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(5), 20–30. <http://www.ijser.org>
- Permanasari, Y., Rohaeni, O., Iswani, A., Dani, Y., & Nurul, W. (2020). Graph coloring in optimization total waste transport vehicles in bandung. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(3), 4957–4961.
- Qomaruddin, M., Bismi, W., & Hariyanto, D. (2022). Pewarnaan GrafPada Peta Provinsi Jawa BaratMenggunakan Algoritma Welch-Powell. *Justin (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 10(2), 258–263. <https://doi.org/10.26418/justin.v10i2.53829>
- Sopiyani, M., Fauziah, F., Gunaryati, A., & Fitri, I. (2022). Graph coloring Sistem Pendaftaran dan Proses Penjadwalan Data Instruktur Berbasis Web dengan Algoritma Welch-powell. *Jurnal JTIIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.35870/jtik.v6i1.359>
- Suwignyo, A., Kosman, A., & Finsensia Riti, Y. (2022). *KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika* ALGORITMA XOR KOMPUTA : *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*. 11(1), 59–67.
- Wahyu, A., Zata, A., & Bulqis, S. (2022). 3 1,2,3. *Penjadwalan Mata Kuliah Di Program Studi Matematika Fakultas Mipa Universitas Mataram Menggunakan Algoritma Welch-Powell*.
- Zaenab, D. S., Adyanti, D. A., Fanani, A., & Ulinnuha, N. (2016). Aplikasi Graph Coloring Pada Penjadwalan Perkuliahan Di Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Ampel Surabaya. *Jurnal Matematika "MANTIK,"* 2(1), 30. <https://doi.org/10.15642/mantik.2016.2.1.30-39>