

Optimasi Pengaturan *Wi-Fi* Menggunakan Algoritma Backtracking

M. Isham Azmansyah Faizal 13514014

Program Studi Teknik Informatika

Institut Teknologi Bandung

Bandung, Indonesia

i@adimaja.com

Abstrak—Dengan penggunaan *mobile device* yang semakin meningkat, keberadaan jaringan *wireless* yang memadai semakin penting. Salah satu cara menyediakan jaringan *wireless* yang paling sering digunakan adalah *Wi-Fi*. Namun, pengaturan *Wi-Fi* yang tidak optimal dapat mengurangi performansi jaringan *wireless* tersebut. Dalam makalah ini, dijelaskan cara mengoptimalkan jaringan *Wi-Fi* dan penggunaan algoritma *backtracking* untuk menemukan solusi dari permasalahan optimasi jaringan *wireless*.

Kata kunci—*wifi*; *wireless*; *backtracking*; *pewarnaan graf*

I. PENDAHULUAN

Jaringan *wireless* menggunakan *Wi-Fi* adalah hal yang cukup rumit. Sinyal dari perangkat pengguna harus berbagi tempat dengan perangkat-perangkat lain. Jarak *Wi-Fi* yang cukup rendah juga mengharuskan penggunaan beberapa *access point* untuk mencakup daerah yang besar.

Karena *Wi-Fi* adalah teknologi yang relatif baru, frekuensi yang boleh digunakan oleh *Wi-Fi* hanya sedikit. Banyak frekuensi yang berpotensi bisa digunakan oleh *Wi-Fi* sudah dialokasikan untuk teknologi lainnya. Bahkan, frekuensi yang digunakan oleh *Wi-Fi* adalah salah satu bagian frekuensi yang dialokasikan untuk aplikasi non telekomunikasi, sehingga sinyal *Wi-Fi* dapat diganggu oleh aplikasi lainnya seperti *microwave*.

Karena keterbatasan frekuensi ini, sinyal dari *access point* yang berbeda bisa mengganggu sinyal dari *access point* lain. Hal ini terjadi karena suatu koneksi *Wi-Fi* membutuhkan sedikitnya 20 MHz untuk bekerja dengan baik, padahal semua perangkat *Wi-Fi* hanya memiliki alokasi frekuensi sebesar 100 MHz.

Interferensi ini dapat menyebabkan putusnya koneksi, sebagian data tidak diterima, atau hal-hal lainnya. Namun, gejala yang terlihat hanya lambatnya kecepatan transfer data, karena protokol *Wi-Fi* cukup tahan terhadap gangguan.

Gangguan tersebut dapat diatasi dengan pengaturan *access point* yang tepat. Standar *Wi-Fi* menentukan empat belas *channel* yang dapat digunakan oleh perangkat *Wi-Fi*. Akan tetapi, kebanyakan dari *channel* tersebut dapat menyebabkan

interferensi dengan *channel* di sebelahnya. Namun, hanya tiga *channel* yang dapat digunakan secara bersamaan di satu tempat tanpa menyebabkan gangguan pada *channel* lainnya, yaitu *channel* 1, 6, dan 11.

Pengaturan *Wi-Fi* yang baik akan membuat semua *access point* yang berdekatan memiliki *channel* yang tidak saling berinterferensi. Namun, jika jumlah *access point* cukup banyak, permasalahan ini menjadi sebuah permasalahan yang sulit.

II. DASAR TEORI

A. Algoritma Backtracking

Algoritma *backtracking* adalah algoritma yang melakukan mundur jika algoritma berada dalam kondisi yang dipastikan tidak mengarah ke solusi. Kondisi tersebut dapat terjadi ketika langkah sebelumnya melanggar aturan permasalahan tersebut.

5	3	4	6	7	8	9	1	2
6	7	2	1	9	5	3	4	8
1	9	8	3	4	2	5	6	7
8	5	9	7	6	1	4	2	3
4	2	6	8	5	3	7	9	1
7	1	3	9	2	4	8	5	6
9	6	1	5	3	7	2	8	4
2	8	7	4	1	9	6	3	5
3	4	5	2	8	6	1	7	9

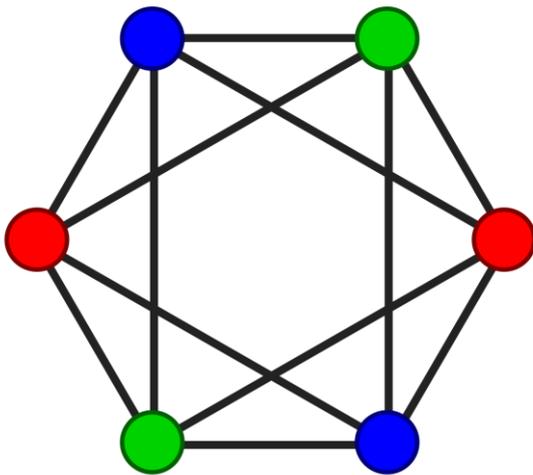
Gambar 1. Sudoku, salah satu permasalahan yang bisa diselesaikan dengan algoritma *backtracking*. Sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sudoku-by-L2G-20050714_solution.svg

Algoritma ini dapat dilihat sebagai perbaikan dari algoritma *exhaustive search*. Bisa solusi tidak ditemukan, seluruh ruang solusi akan ditelusuri oleh algoritma ini, baik secara langsung oleh algoritmanya atau secara implisit ditelusuri karena solusi tersebut tidak dapat dicapai tanpa melanggar aturan permasalahan. Oleh karena itu, algoritma *backtracking* banyak dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang solusi eksaknya sulit dicari, seperti permasalahan NP atau NP Complete.

Algoritma *backtracking* yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan NP atau NP Complete akan tetap membutuhkan waktu eksponensial atau lebih untuk menemukan solusi permasalahan tersebut.

B. Pewarnaan Graf

Pewarnaan graf adalah permasalahan memilih warna untuk setiap simpul pada graf, dengan setiap simpul yang bertetangga memiliki warna yang berbeda. Permasalahan ini adalah permasalahan NP-Complete untuk graf sembarang.



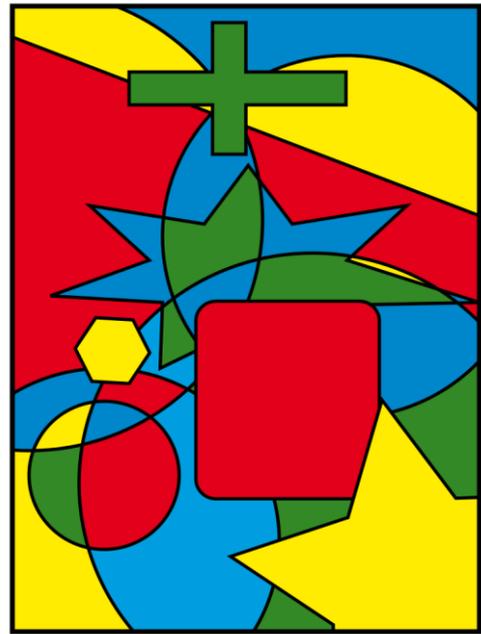
Gambar 2. Contoh graf yang dapat diwarnai dengan tiga warna. Sumber: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3-coloringEx.svg>.

Permasalahan ini banyak mendapat perhatian akademik, karena banyak aplikasi praktisnya dan juga karena permasalahan ini memiliki banyak variasi. Graf yang diwarnai, cara mewarnai, atau warnanya sendiri bisa memiliki batasan-batasan lainnya.

C. Teorema Empat Warna

Ada teorema bahwa setiap graf planar dapat diwarnai menggunakan paling banyak empat warna. Teorema ini telah dibuktikan sejak tahun 1976. Permasalahan awalnya adalah dalam mewarnai graf, namun pembuktiannya dapat diaplikasikan kepada pewarnaan graf yang planar.

Namun, untuk menentukan apakah suatu graf planar dapat diwarnai dengan tiga warna tetap merupakan permasalahan NP Complete.

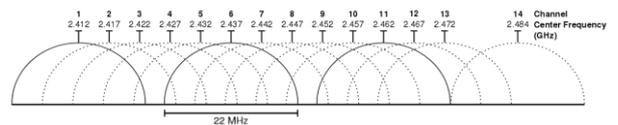


Gambar 3. Peta yang diwarnai dengan empat warna.

D. Wi-Fi

Wi-Fi adalah teknologi komunikasi *wireless* yang paling banyak dipakai untuk menghubungkan perangkat dalam jaringan *wireless*.

Wi-Fi sekarang menggunakan dua jenis frekuensi, yaitu 2.4 GHz dan 5 GHz. Wi-Fi 5 GHz sudah mulai banyak beredar, namun masih banyak juga perangkat yang hanya bisa menggunakan Wi-Fi 2.4 GHz.

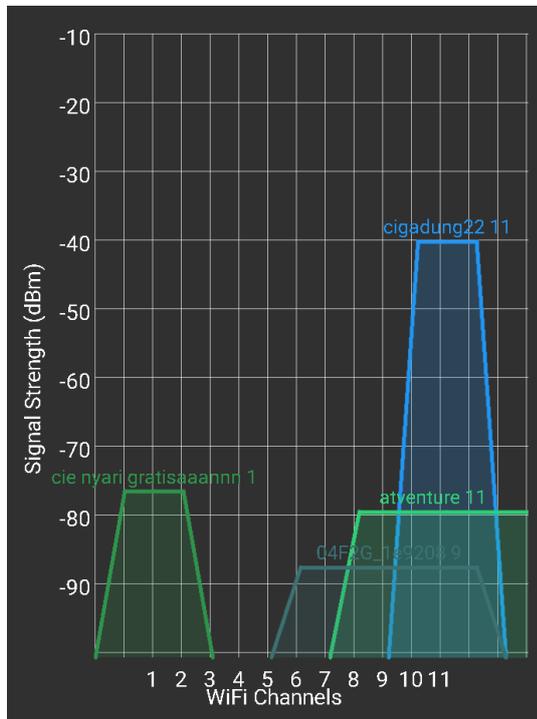


Gambar 4. Ilustrasi pembagian channel Wi-Fi pada frekuensi 2.4 GHz. Sumber:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8353678>

Wi-Fi 2.4 GHz dibagi menjadi empat belas *channel*, namun beberapa *channel* bernomor tinggi tidak bisa digunakan di beberapa negara. Wi-Fi 5 GHz memiliki lebih banyak *channel*, namun *channel* yang tersedia tergantung pada regulasi negara, sehingga menentukan *channel* yang optimal menjadi lebih sulit.

Karena Wi-Fi menggunakan gelombang elektromagnetik untuk mengirim dan menerima data, jaringan yang memanfaatkan Wi-Fi rentan terhadap gangguan gelombang elektromagnetik lainnya.



Gambar 5. Terdapat dua access point di channel 11 dan satu di channel 9, sehingga ketiganya mengalami interferensi. Access point di channel 1 tidak mengalami interferensi.

Sumber gangguan gelombang elektromagnetik cukup banyak. Contohnya adalah *microwave*, perangkat radio lainnya, atau bahkan perangkat *Wi-Fi* lainnya.

Perangkat *Wi-Fi* lainnya adalah sumber interferensi yang cukup besar dalam jaringan *wireless*, terutama jaringan yang harus mencakup daerah yang luas, sehingga membutuhkan banyak *access point*.

Sinyal *Wi-Fi* lainnya akan menyebabkan interferensi jika sinyal itu berada pada *channel* yang berdekatan, tidak hanya jika *channel* sama. Hal ini disebabkan besar penggunaan sinyal satu *channel* yang sebesar 20 MHz atau 40 MHz, yang lebih besar dari jarak antar *channel*.

Sinyal 40 MHz lebih banyak menggunakan frekuensi daripada 20 MHz, sehingga lebih banyak mendapatkan interferensi. Pada Gambar 5, *access point* dengan ukuran grafik yang lebar adalah sinyal 40 MHz, sedangkan *access point* dengan ukuran grafik yang lebih tipis adalah sinyal 20 MHz.

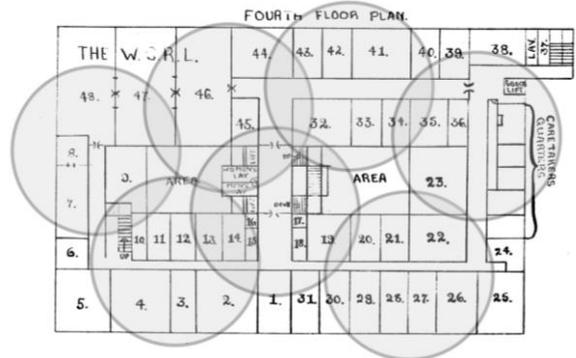
Gangguan ini dapat mengakibatkan putusya koneksi, kerusakan data, ataupun mencegah penerimaan data. Namun, gejala yang terlihat hanya lambatnya koneksi, karena banyaknya cara mendeteksi dan memperbaiki kesalahan dalam teknologi *Wi-Fi*.

Banyak alat yang dapat mendeteksi interferensi antar *channel* dan menunjukkan solusinya. Terkadang, alat tersebut bisa berupa aplikasi yang berjalan di *smartphone*, seperti di Gambar 5.

III. ANALISIS MASALAH

Untuk mengatur penggunaan *channel access point* dengan optimal, setiap *access point* yang berdekatan harus diletakkan di *channel* yang tidak berinterferensi dengan *channel* di sebelahnya. Karena itu, hanya tiga *channel* yang dapat digunakan, yaitu *channel* 1, 6, dan 11.

Dengan pembatasan tersebut, interferensi hanya dapat terjadi jika dua *access point* memiliki *channel* yang sama.



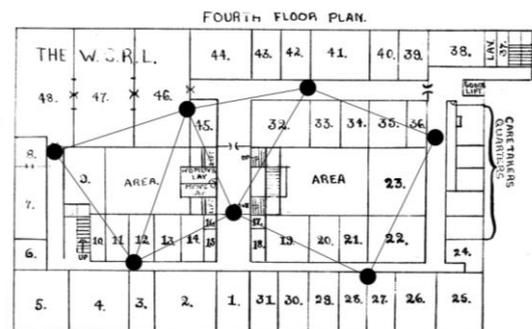
Gambar 6. Ilustrasi penempatan *access point* dalam suatu bangunan.

Gambar 6 menunjukkan salah satu konfigurasi *access point* yang mungkin. Perlu diperhatikan bahwa lingkaran yang digambar tidak menggambarkan jarak cakupan *access point* tersebut, namun menggambarkan jarak di mana suatu *access point* bisa mengganggu *access point* yang lain sedemikian rupa sehingga jika dua lingkaran saling beririsan, maka kedua *access point* yang digambarkannya bisa saling mengganggu.

Permasalahan ini dapat direduksi sebagai permasalahan pewarnaan graf dengan tiga warna. Reduksi ini akan memungkinkan kita untuk mengaplikasikan algoritma *backtracking* ke permasalahan ini.

Reduksi dilakukan dengan mengubah lokasi *access point* menjadi simpul, dan memberikan sisi pada dua simpul yang mungkin terjadi interferensi.

Graf hasil reduksi dapat dianggap selalu planar. Jika penempatan *access point* adalah sedemikian rupa sehingga graf tersebut tidak planar, maka terdapat terlalu banyak *access point* di tempat tersebut, dan performansi dapat ditingkatkan dengan mengurangi jumlah *access point*.



Gambar 7. Ilustrasi pemodelan permasalahan ke dalam graf.

Permasalahan ini mungkin tidak memiliki solusi untuk tiga warna. Teorema yang ada hanya menyatakan bahwa graf planar dapat diwarnai dengan empat warna. Menentukan bahwa graf planar dapat diwarnai dengan tiga warna adalah permasalahan NP-Complete.

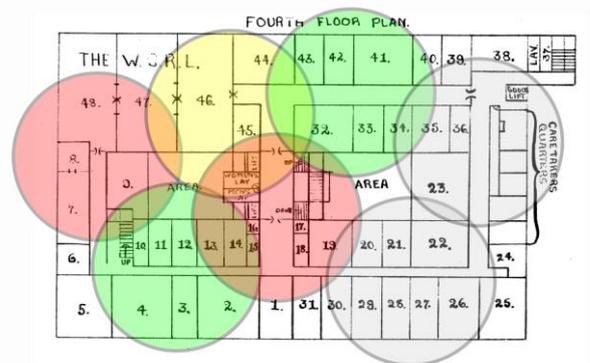
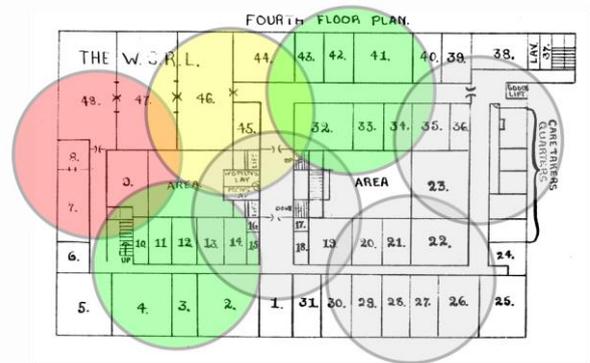
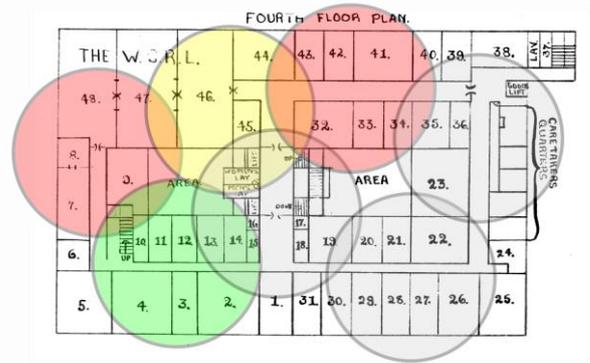
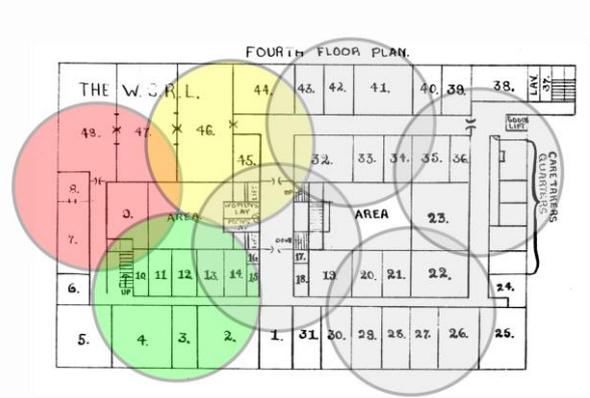
IV. PENYELESAIAN MASALAH DENGAN ALGORITMA BACKTRACKING

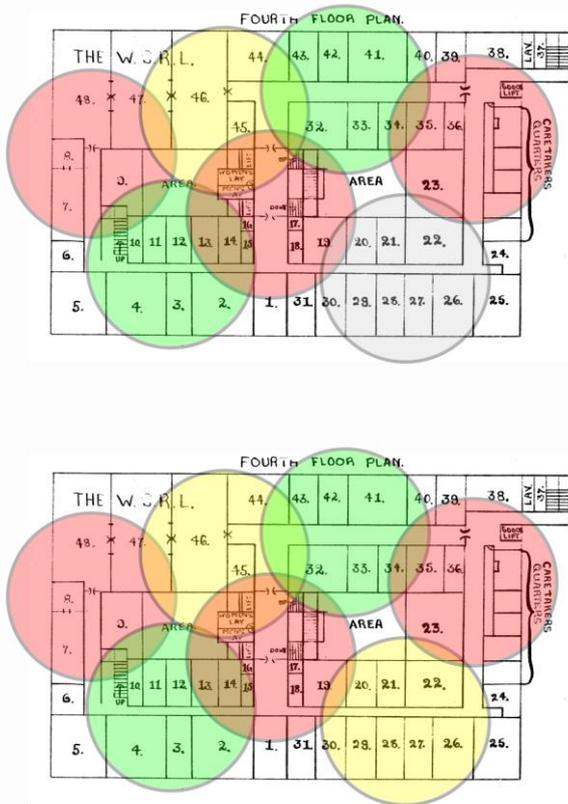
Karena permasalahan pengaturan *channel* tersebut telah dinyatakan dalam bentuk pewarnaan graf, algoritma-algoritma pewarnaan graf yang sudah ada dapat digunakan. Dalam makalah ini akan dibahas algoritma pewarnaan graf dengan metode *backtracking*.

Algoritma *backtracking* untuk menentukan pewarnaan graf cukup sederhana.

1. Pilih simpul pertama, beri warna 1.
2. Untuk simpul selanjutnya, beri warna pertama yang tidak sama dengan tetangganya.
3. Ulangi langkah 2 untuk semua simpul hingga seluruh graf diwarnai.
4. Jika tidak ada satu pun dari tiga warna yang bisa digunakan untuk mewarnai suatu simpul, ubah warna simpul sebelumnya menjadi warna selanjutnya.

Hasil algoritma ini adalah pewarnaan yang tepat untuk graf tersebut, atau graf tersebut tidak memiliki pewarnaan tiga warna.

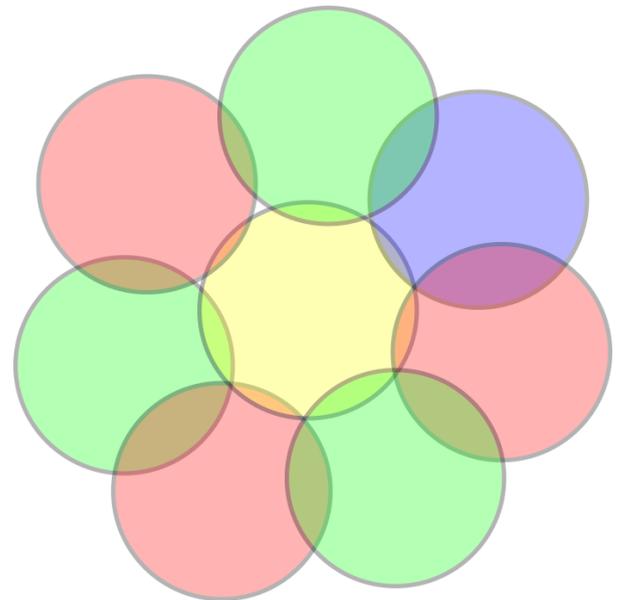




Gambar 8. Ilustrasi perjalanan algoritma backtracking.

Jika graf hasil reduksi memiliki pewarnaan tiga warna, maka solusi pengaturan *channel* dapat didapatkan dengan mengubah warna menjadi salah satu *channel* dari 1, 6, atau 11. Dengan pengaturan *channel* tersebut, tidak akan terjadi interferensi antara *access point* yang berdekatan.

Proses pencarian warna ini bisa memakan waktu yang eksponensial terhadap jumlah *access point*. Hal ini terjadi karena permasalahan pewarnaan graf yang merupakan permasalahan NP-Complete. Namun, secara praktis, hal ini tidak menyebabkan permasalahan ini tidak dapat diselesaikan, karena tempat di mana dibutuhkan lebih dari puluhan *access point* jarang ada, sehingga instansi permasalahan ini biasanya terbatas besarnya.



Gambar 9. Salah satu konfigurasi *access point* yang tidak memiliki pewarnaan tiga warna.

Ada kondisi di mana graf hasil reduksi tidak memiliki pewarnaan dengan tiga warna. Untuk itu, perlu dilakukan kompromi untuk memaksimalkan performansi. Lokasi *access point* dapat diatur sehingga pengaturan *channel* yang lebih optimal dapat dilakukan. Jika hal tersebut tidak dapat dilakukan, pengaturan *access point* dapat dilakukan dengan cara yang tidak optimal, tetapi tetap meminimalkan interferensi.

Salah satu contoh kondisi ini dapat dilihat di Gambar 9. Pada gambar tersebut, tidak ada pewarnaan yang hanya membutuhkan tiga warna. Dalam kondisi tersebut, *access point* yang diwarnai biru harus diatur dengan *channel* yang mengganggu *access point* lain. Pilihan *channel* yang terbaik akan bergantung pada besar potensi gangguan terhadap tetangganya.

Penggunaan *channel* seperti yang dijelaskan di makalah ini tidak berlaku untuk standar *Wi-Fi* yang menggunakan frekuensi 5 GHz karena ketersediaan *channel* yang lebih banyak. Pembatasan *channel* ini hanya perlu dilakukan untuk *Wi-Fi* 2.4 GHz.

Namun, karena beberapa kekurangan dalam *Wi-Fi* 5 GHz, seperti ketidakmampuan sinyal frekuensi tinggi untuk menembus dinding, membuat permasalahan ini tetap relevan di masa mendatang.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Algoritma *backtracking* dan permasalahan pewarnaan graf tidak hanya digunakan secara teori, tetapi mereka juga memiliki aplikasi berhubungan dengan dunia nyata.

Salah satu aplikasinya adalah dengan pengaturan *Wi-Fi*, di mana penggunaan algoritma ini dapat memaksimalkan performansi jaringan *wireless*.

Dengan penggunaan yang tepat, algoritma ini dapat membuat banyak hal menjadi semakin baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmatnya sehingga makalah ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pengajar Strategi Algoritma, Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir dan Ibu Dr. Nur Ulfa Maulidevi, S.T., M.Sc untuk semua pengetahuan yang telah diberikan mengenai semua aspek Strategi Algoritma, dan khususnya tentang teori Algoritma Backtracking yang mendasari makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munir, Rinaldi, 2009. "Diktat Kuliah IF2211 Strategi Algoritma", Program Studi Teknik Informatika STEI ITB
- [2] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wellcome_building,_floor_plan_Wellcome_M0003432.jpg sebagai dasar gambar bangunan
- [3] Dailey, D. P. ,1980, "Uniqueness of colorability and colorability of planar 4-regular graphs are NP-complete", Discrete Mathematics 30 (3): 289–293, doi:10.1016/0012-365X(80)90236-8
- [4] Appel, Kenneth; Haken, Wolfgang, 1977, "Every Planar Map is Four Colorable. I. Discharging", Illinois Journal of Mathematics 21 (3): 429–490, MR 0543792
- [5] "IEEE 802.11-2007: *Wireless* LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications". IEEE. 2007-03-08.

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, 9 Mei 2016



M. Isham Azmansyah F.

13514014