

Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch – Powell dalam Penentuan Jumlah Minimal dan Lokasi Rumah Sakit Rujukan Covid-19 untuk Mengoptimasi Penanganan Kasus Covid-19 di Kota Makassar

Denilsen Axel Candiasa / 13519059
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13519059@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Penanganan suspek dan pasien Covid-19 merupakan salah satu masalah yang dijumpai dalam masa pandemi Covid-19 ini, mengingat dalam penanganannya dibutuhkan waktu yang cepat dan efisien karena proses penularan virus ini yang sangat cepat, salah satu solusi dari permasalahan ini adalah dalam penentuan jumlah dan lokasi Rumah Sakit rujukan Covid-19 itu sendiri, agar setiap pasien dapat dilayani dengan cepat tanpa harus menempuh jarak yang relatif jauh, dan sebisa mungkin berada dekat dengan episentrum Covid-19 di daerah tersebut. Oleh sebab itu, dapat digunakan pewarnaan graf untuk membantu menentukan jumlah dan lokasi Rumah Sakit rujukan Covid-19 untuk mengoptimasi penanganan kasus Covid-19 di Kota Makassar. Hasil dari pewarnaan graf ini akan memberikan rekomendasi jumlah dan lokasi penempatan Rumah Sakit rujukan Covid-19 untuk mengoptimasi penanganan kasus Covid-19 di Kota Makassar.

Kata Kunci—Algoritma Welch - Powell, Penempatan Rumah Sakit Rujukan Covid-19, Pewarnaan Graf.

I. PENDAHULUAN

Di akhir tahun 2019, dunia diguncangkan dengan munculnya virus dengan nama “Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2),” atau yang lebih dikenal dengan nama Covid-19. Virus ini sangat berbahaya karena proses penularannya yang sangat cepat, gejala yang sulit dikenal karena mirip dengan flu, serta menyebabkan efek yang tak terduga bagi tubuh, karena dapat menyebar dari paru – paru ke seluruh tubuh. Oleh sebab itu, negara – negara yang terpapar virus ini memutuskan untuk menunjuk beberapa Rumah Sakit Rujukan Covid-19 di berbagai daerah untuk menangani kasus Covid-19 di daerah yang terpapar tersebut, salah satu dari negara – negara tersebut adalah Indonesia. Akan tetapi, terdapat masalah dalam menangani kasus Covid-19 dengan cepat dan efisien, mengingat virus Covid-19 ini menyebar dengan sangat cepat. Banyak kota di Indonesia yang masih belum optimal dalam menangani kasus Covid-19 di daerahnya, salah satunya yaitu Kota Makassar. Salah satu alternatif solusi dari permasalahan ini adalah dalam menentukan jumlah dan lokasi penempatan Rumah Sakit rujukan Covid-19 dengan efisien. Adapun asumsi penempatan

Rumah Sakit rujukan Covid-19 adalah efisien, jika Rumah Sakit tersebut dekat dengan kawasan episentrum Covid-19 di daerah tersebut, dan mencakup wilayah yang seluas mungkin.

Penyelesaian masalah ini dapat ditinjau melalui perspektif graf, yaitu dengan merepresentasikan kecamatan di Kota Makassar sebagai sebuah graf, dimana simpul dari graf ini menyatakan kecamatan di Kota Makassar, dan sisinya graf ini menyatakan relasi antar kecamatan yang jaraknya lebih besar dari rerata jarak antar kecamatan di Kota Makassar, ATAU jumlah total suspek dan pasien Covid-19 di kedua kecamatan tersebut lebih kecil dari rerata jumlah total suspek dan pasien Covid-19 di seluruh Kota Makassar. Setelah itu diselesaikan dengan menggunakan metode pewarnaan simpul algoritma Welch – Powell. Hasil dari penyelesaian ini adalah kecamatan – kecamatan tempat Rumah Sakit rujukan Covid-19 seharusnya ditempatkan agar penanganan kasus Covid-19 di Kota Makassar bisa dioptimasi.

II. DASAR TEORI

A. Graf

1. Definisi Graf

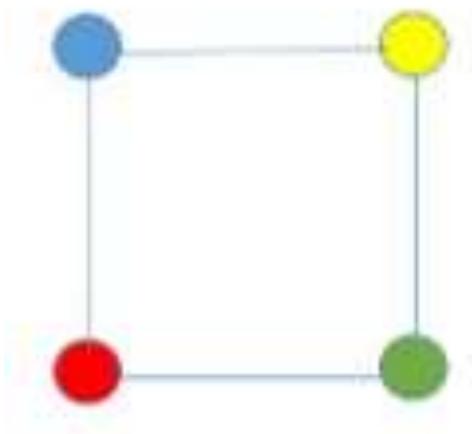
Sebuah graf $G = (V, E)$ terdiri dari V yang merupakan himpunan simpul yang tidak kosong dan E , yang merupakan himpunan sisi. Setiap sisi memiliki satu atau dua simpul yang terkait dengannya, yang biasa disebut dengan *endpoints* atau “titik akhir,” dimana sisi tersebut menghubungkan kedua *endpoints* tersebut [1].

2. Pewarnaan Graf

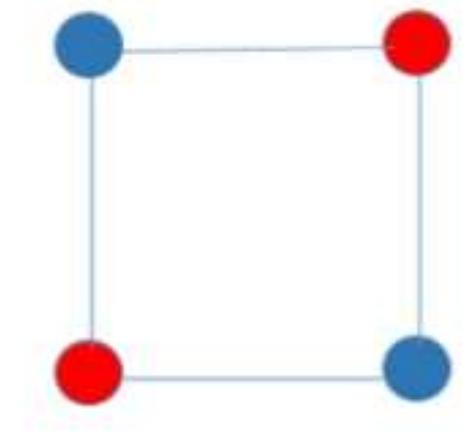
Pewarnaan dari graf sederhana adalah pemberian warna pada setiap simpul pada graf sehingga tidak ada dua simpul yang bertetangga diberi warna yang sama [2]. Contoh pewarnaan simpul disajikan pada Gambar II.1.

3. Bilangan Kromatik

Bilangan kromatik dari suatu grafik adalah jumlah warna paling sedikit yang diperlukan untuk pewarnaan grafik tersebut. Bilangan kromatik grafik G dilambangkan dengan $\chi(G)$. (Di sini χ adalah bahasa Yunani huruf chi) [3]. Contoh pewarnaan simpul yang mengikuti kaidah bilangan kromatik disajikan pada Gambar II.2.



Gambar II.1. Pewarnaan suatu Graf Melingkar C_4



Gambar II.2. Pewarnaan suatu Graf Melingkar C_4 dengan Mengikuti Kaidah Bilangan Kromatik

B. Algoritma Welch – Powell

Algoritma Welch - Powell digunakan untuk mewarnai simpul suatu graf berdasarkan derajat tertinggi dari simpul-simpulnya. Algoritma Welch-Powell merupakan algoritma yang tergolong dalam algoritma Greedy. Algoritma Greedy yaitu algoritma yang pada setiap langkah penyelesaian terdapat banyak pilihan solusi yang perlu dieksplorasi. Pada setiap langkah harus diputuskan pilihan terbaik yang selanjutnya akan menjadi solusi optimum local (locally optimal) dan diharapkan dapat menjadi solusi optimum global (globally optimal).

Selain algoritma Welch-Powell, algoritma Kruskal's dan algoritma Prim's untuk menyelesaikan masalah Minimum Spanning Tree juga tergolong dalam algoritma Greedy [4].

Algoritma Welch-Powell adalah sebagai berikut : [5]

1. Urutkan simpul-simpul dari G dalam urutan derajat yang menurun. Urutan ini mungkin tidak unik karena beberapa simpul mungkin mempunyai derajat yang sama.
2. Gunakan satu warna tertentu untuk mewarnai simpul pertama. Secara berurutan, setiap simpul dalam daftar yang tidak berelasi dengan simpul sebelumnya diwarnai dengan warna ini.
3. Ulangi langkah 2 di atas untuk simpul dengan urutan tertinggi yang belum diwarnai.
4. Ulangi langkah 3 di atas sampai semua simpul dalam daftar terwarnai.

Algoritma Welch-Powell tidak selalu memberikan jumlah warna minimum pada suatu pewarnaan graf, tetapi algoritma ini memberikan batas atas jumlah warna yang dapat dipakai untuk mewarnai suatu graf [4].

III. PEMBAHASAN

A. Aplikasi Pewarnaan Simpul dalam Menentukan Jumlah dan Lokasi Rumah Sakit Rujukan di Kota Makassar

Di Kota Makassar terdapat 15 kecamatan dengan data sebaran Covid-19 yang disajikan pada tabel III.1. dibawah ini

Tabel III.1. Tabel Sebaran Covid-19 di Kota Makassar per Tanggal 6 Desember 2020

Sumber : <https://infocorona.makassar.go.id/>

No	Kecamatan	Jumlah Pasien	
		Suspek	Konfirmasi
1	Biringkanaya	836	1355
2	Bontoala	139	289
3	Makassar	258	493
4	Mamajang	150	451
5	Manggala	681	994
6	Mariso	193	382
7	Panakkukang	629	1152
8	Rappocini	959	1390
9	Sangkarrang	11	27
10	Tallo	367	565
11	Tamalanrea	462	992
12	Tamalate	494	1109
13	Ujung Pandang	329	269
14	Ujung Tanah	71	149
15	Wajo	86	238
JUMLAH		5665	9856

Adapun data jarak antar kecamatan di Kota Makassar disajikan di tabel III.2. di bawah ini :

Tabel III.2. Tabel Data Jarak antar Kecamatan di Kota Makassar

No	Kecamatan		Jarak A-B (km)
	A	B	
1	Biringkanaya	Bontoala	15.9
2	Biringkanaya	Makassar	16.8
3	Biringkanaya	Mamajang	20
4	Biringkanaya	Manggala	12.5
5	Biringkanaya	Mariso	21.9
6	Biringkanaya	Panakkukang	13.6
7	Biringkanaya	Rappocini	16
8	Biringkanaya	Sangkarrang	∞
9	Biringkanaya	Tallo	12.9
10	Biringkanaya	Tamalanrea	7.1
11	Biringkanaya	Tamalate	19.7
12	Biringkanaya	Ujung Pandang	16.8
13	Biringkanaya	Ujung Tanah	14.6
14	Biringkanaya	Wajo	16.2
15	Bontoala	Makassar	2.8
16	Bontoala	Mamajang	4.4
17	Bontoala	Manggala	9.6
18	Bontoala	Mariso	4.6
19	Bontoala	Panakkukang	4.4
20	Bontoala	Rappocini	7.7
21	Bontoala	Sangkarrang	∞
22	Bontoala	Tallo	3
23	Bontoala	Tamalanrea	14.6
24	Bontoala	Tamalate	7.2
25	Bontoala	Ujung Pandang	1.9
26	Bontoala	Ujung Tanah	2
27	Bontoala	Wajo	2.1
28	Makassar	Mamajang	3.3
29	Makassar	Manggala	9.4
30	Makassar	Mariso	4.1
31	Makassar	Panakkukang	3.7
32	Makassar	Rappocini	7.6
33	Makassar	Sangkarrang	∞
34	Makassar	Tallo	5.4
35	Makassar	Tamalanrea	14.4
36	Makassar	Tamalate	6.3
37	Makassar	Ujung Pandang	2.6
38	Makassar	Ujung Tanah	4.6
39	Makassar	Wajo	4.7
40	Mamajang	Manggala	8.7
41	Mamajang	Mariso	1.7
42	Mamajang	Panakkukang	6.7
43	Mamajang	Rappocini	5.2
44	Mamajang	Sangkarrang	∞
45	Mamajang	Tallo	6.6
46	Mamajang	Tamalanrea	17.2
47	Mamajang	Tamalate	3.9
48	Mamajang	Ujung Pandang	2.9
49	Mamajang	Ujung Tanah	5.8

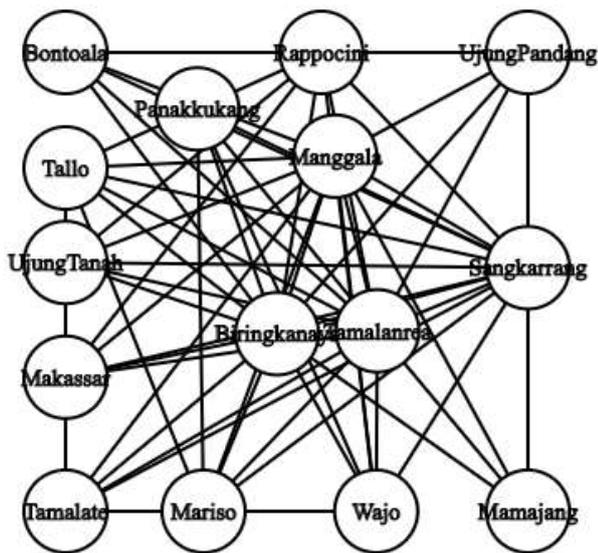
50	Mamajang	Wajo	4.8
51	Manggala	Mariso	10.8
52	Manggala	Panakkukang	6.5
53	Manggala	Rappocini	5.6
54	Manggala	Sangkarrang	∞
55	Manggala	Tallo	11.1
56	Manggala	Tamalanrea	14
57	Manggala	Tamalate	9.2
58	Manggala	Ujung Pandang	9.8
59	Manggala	Ujung Tanah	12.8
60	Manggala	Wajo	11.6
61	Mariso	Panakkukang	7.6
62	Mariso	Rappocini	6.1
63	Mariso	Sangkarrang	∞
64	Mariso	Tallo	7.5
65	Mariso	Tamalanrea	17.6
66	Mariso	Tamalate	4.8
67	Mariso	Ujung Pandang	2.8
68	Mariso	Ujung Tanah	6.1
69	Mariso	Wajo	4.6
70	Panakkukang	Rappocini	5.2
71	Panakkukang	Sangkarrang	∞
72	Panakkukang	Tallo	6.2
73	Panakkukang	Tamalanrea	13.2
74	Panakkukang	Tamalate	6.2
75	Panakkukang	Ujung Pandang	6.3
76	Panakkukang	Ujung Tanah	7.2
77	Panakkukang	Wajo	7.3
78	Rappocini	Sangkarrang	∞
79	Rappocini	Tallo	9.5
80	Rappocini	Tamalanrea	14.6
81	Rappocini	Tamalate	4.1
82	Rappocini	Ujung Pandang	7.5
83	Rappocini	Ujung Tanah	10.1
84	Rappocini	Wajo	9.4
85	Sangkarrang	Tallo	∞
86	Sangkarrang	Tamalanrea	∞
87	Sangkarrang	Tamalate	∞
88	Sangkarrang	Ujung Pandang	∞
89	Sangkarrang	Ujung Tanah	∞
90	Sangkarrang	Wajo	∞
91	Tallo	Tamalanrea	11.3
92	Tallo	Tamalate	9.3
93	Tallo	Ujung Pandang	4.5
94	Tallo	Ujung Tanah	2
95	Tallo	Wajo	3.6
96	Tamalanrea	Tamalate	14.5
97	Tamalanrea	Ujung Pandang	11.5
98	Tamalanrea	Ujung Tanah	8.5
99	Tamalanrea	Wajo	9.8
100	Tamalate	Ujung Pandang	6.2
101	Tamalate	Ujung Tanah	9.1
102	Tamalate	Wajo	8.2
103	Ujung Pandang	Ujung Tanah	3.4
104	Ujung Pandang	Wajo	2
105	Ujung Tanah	Wajo	2
JUMLAH			759.1

Berdasarkan data dari kedua table diatas, dapat dibuat sebuah graf dengan simpul yang menyatakan kecamatan yang ada di Kota Makassar, dan sisi yang menyatakan relasi antar 2 kecamatan dimana total jaraknya lebih besar dari rerata jarak antar kecamatan di Kota Makassar, ATAU total pasien Covid-19 di kedua kecamatan tersebut lebih kecil dari rerata pasien Covid-19 di setiap kecamatan di Kota Makassar. Adapun rerata jarak dan total pasien Covid-19 di setiap kecamatan adalah sebagai berikut :

$$\overline{jarak} = \frac{759.1}{105} \approx 7.2 \text{ km} \quad (1)$$

$$\overline{pasien} = \frac{15521}{15} \approx 1035 \text{ pasien} \quad (2)$$

Sehingga, diperoleh graf seperti pada Gambar III.1. berikut :



Gambar III.1. Graf yang Terbentuk

Berikut tabel yang merupakan senarai ketetanggaan dari graf diatas :

Tabel III.3. Senarai Ketetanggaan dari Graf pada Gambar III.1.

Simpul	Simpul Tetangga
Biringkanaya	Bontoala, Makassar, Mamajang, Manggala, Mariso, Panakkukang, Rappocini, Sangkarrang, Tallo, Tamalate, Ujung Pandang, Ujung Tanah, Wajo
Bontoala	Biringkanaya, Manggala, Rappocini, Sangkarrang, Tamalanrea
Makassar	Biringkanaya, Manggala, Rappocini, Sangkarrang, Tamalanrea
Mamajang	Biringkanaya, Manggala, Tamalanrea, Sangkarrang
Manggala	Biringkanaya, Bontoala,

	Mariso, Makassar, Mamajang, Mariso, Tallo, Tamalanrea, Sangkarrang, Ujung Pandang, Ujung Tanah, Wajo
Mariso	Biringkanaya, Manggala, Panakkukang, Tallo, Tamalanrea, Sangkarrang
Panakkukang	Biringkanaya, Mariso, Sangkarrang, Tamalanrea, Wajo
Rappocini	Biringkanaya, Bontoala, Makassar, Sangkarrang, Tallo, Tamalanrea, Ujung Pandang, Ujung Tanah, Wajo
Sangkarrang	Biringkanaya, Bontoala, Makassar, Mamajang, Manggala, Mariso, Panakkukang, Rappocini, Tallo, Tamalanrea, Tamalate, Ujung Pandang, Ujung Tanah, Wajo
Tallo	Biringkanaya, Manggala, Mariso, Rappocini, Sangkarrang, Tamalanrea, Tamalate
Tamalanrea	Bontoala, Makassar, Mamajang, Manggala, Mariso, Panakkukang, Rappocini, Sangkarrang, Tallo, Tamalate, Ujung Pandang, Ujung Tanah, Wajo
Tamalate	Biringkanaya, Sangkarrang, Tallo, Tamalanrea, Ujung Tanah, Wajo
Ujung Pandang	Biringkanaya, Manggala, Rappocini, Sangkarrang, Tamalanrea, Tamalate
Ujung Tanah	Biringkanaya, Manggala, Rappocini, Sangkarrang, Tamalanrea, Tamalate
Wajo	Biringkanaya, Manggala, Panakkukang, Rappocini, Sangkarrang, Tamalanrea, Tamalate

Selanjutnya, dengan menggunakan Algoritma Welch – Powell, diperoleh hasil pewarnaan seperti pada tabel III.4. di bawah ini :

Tabel III.4. Tabel hasil Aplikasi Algoritma Welch – Powell terhadap Graf pada Gambar III.1.

Simpul	Sangkarrang	Biringkanaya	Tamalanrea
Derajat	14	13	13
Warna	Merah	Biru	Biru
Simpul	Manggala	Rappocini	Tallo
Derajat	12	9	7
Warna	Hijau	Hijau	Kuning

Simpul	Wajo	Mariso	Tamalate
Derajat	7	6	6
Warna	Kuning	Jingga	Jingga
Simpul	Ujung Pandang	Ujung Tanah	Bontoala
Derajat	6	6	5
Warna	Kuning	Kuning	Kuning
Simpul	Makassar	Panakkukang	Mamajang
Derajat	5	5	4
Warna	Kuning	Hijau	Kuning

Dari hasil tabel diatas, dapat diketahui bahwa dibutuhkan setidaknya 5 Rumah Sakit yang dijadikan Rumah Sakit rujukan Covid-19 di Kota Makassar, dengan lokasi penempatan di :

1. Wilayah Kecamatan Sangkarrang
2. Wilayah pertengahan Kecamatan Biringkanaya dan Kecamatan Tamalanrea
3. Wilayah pertengahan Kecamatan Manggala, Kecamatan Rappocini, dan Kecamatan Panakkukang
4. Wilayah pertengahan Kecamatan Tallo, Kecamatan Wajo, Kecamatan Ujung Pandang, Kecamatan Ujung Tanah, Kecamatan Bontoala, Kecamatan Makassar, dan Kecamatan Mamajang.
5. Wilayah pertengahan Kecamatan Mariso dan Kecamatan Tamalate

B. Analisis Hasil Perhitungan terhadap Kenyataan di Lapangan

Pemerintah Kota Makassar menetapkan 7 buah Rumah Sakit rujukan Covid-19 di Kota Makassar, berikut informasi mengenai lokasi ketujuh Rumah Sakit tersebut (Sumber : <https://infocorona.makassar.go.id/>) :

1. RSUD Labuang Baji, Jl. Dr. Ratulangi No. 81, Kecamatan Mamajang
2. RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo, Jl. Perintis Kemerdekaan No. KM 11, Kecamatan Tamalanrea
3. RS Unhas, Jl. Perintis Kemerdekaan No. KM 11, Kecamatan Tamalanrea
4. RSUD Sayang Rakyat, Jl. Pahlawan No. 10000, Kecamatan Biringkanaya
5. RS Dr. Tajuddin Chalis, MPH, Jl. Paccerekang No. 67, Kecamatan Biringkanaya
6. RSKD Dadi, Jl. Lanto Dg.Pasewang No. 55, Kecamatan Makassar
7. RSUD Haji, Jl. Dg. Ngeppe No. 14 Kecamatan Tamalate

Dari informasi diatas, dapat diketahui dari segi jumlah, pemerintah Kota Makassar sudah cukup optimal dalam menentukan Rumah Sakit rujukan Covid-19 di Kota Makassar, akan tetapi, jika ditinjau dari lokasi ketujuh Rumah Sakit diatas, masih terdapat beberapa wilayah yang belum memiliki akses Rumah Sakit rujukan Covid-19 terdekat, yakni di wilayah Kecamatan Sangkarrang, wilayah pertengahan Kecamatan Manggala, Kecamatan Rappocini, dan Kecamatan Panakkukang. Sehingga, jika benar – benar ingin mengoptimasi penanganan kasus Covid-19 di Kota Makassar, pemerintah Kota Makassar harus menentukan sebuah Rumah Sakit yang terletak di kedua lokasi yang telah disebutkan

sebelumnya sebagai Rumah Sakit rujukan Covid-19. Adapun Rumah Sakit yang memenuhi kriteria tersebut, yakni :

1. RS Grestelina, Jl. Letjen. Hertasing No. 51, Kecamatan Panakkukang
2. RS Hermina, Jl. Toddopuli Raya Timur No.7, Kecamatan Manggala
3. RS Islam Faisal, Jl. A. P. Pettarani, Kecamatan Rappocini

Sedangkan untuk permasalahan Covid-19 di Kecamatan Sangkarrang, karena lokasinya yang berada di luar pulau Sulawesi, bisa diselesaikan dengan mengirim beberapa orang tenaga kesehatan untuk menangani masalah Covid-19 disana dengan protokol yang berlaku.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab – bab sebelumnya, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pewarnaan simpul dengan menggunakan Algoritma Welch – Powell dapat digunakan dalam menentukan jumlah minimum dan lokasi Rumah Sakit Covid-19 untuk mengoptimasi penanganan kasus Covid-19 di Kota Makassar, dan tidak menutup kemungkinan di daerah lainnya yang terpapar virus Covid-19 ini. Adapun langkah yang ditempuh adalah dengan pertama – tama mengumpulkan data jarak dan jumlah pasien Covid-19 di setiap kecamatan, lalu membuat sebuah graf simpul yang menyatakan kecamatan, dan sisi yang menyatakan hubungan antar kecamatan yang jaraknya kurang dari rerata jarak antar seluruh kecamatan ATAU total pasien Covid-19-nya kurang dari rerata jumlah Covid-19 di daerah tersebut, dan terakhir mewarnai graf yang sudah dibuat tadi untuk mengetahui jumlah Rumah Sakit rujukan Covid-19 minimum beserta lokasi penempatannya di daerah tersebut.
2. Pemerintah Kota Makassar sudah cukup baik dalam menentukan Rumah Sakit rujukan di Kota Makassar, akan tetapi masih diperlukan penambahan Rumah Sakit rujukan Covid-19 yang lokasinya berada di daerah Kecamatan Sangkarrang, dan daerah Kecamatan Manggala, Kecamatan Rappocini, dan Kecamatan Panakkukang.

V. LAMPIRAN

UPDATE : MINGGU, 6 DESEMBER 2020 - 23:59 WITA

TABEL SEBARAN COVID-19 | KOTA MAKASSAR

No	Kecamatan	Jumlah Pasien	
		SUSPEK	KONFIRMASI
1	Biringkanaya	838	1355
2	Bontolala	139	289
3	Makassar	258	493
4	Mamajang	150	451
5	Minggalea	681	994
6	Marbo	193	382
7	Panakkukang	629	1152
8	Rappocini	959	1390
9	Sengkang	11	27
10	Tallo	387	585
11	Tamalanrea	462	992
12	Tamalate	494	1109
13	Ujung Pandang	329	289
14	Ujung Tanah	71	150
15	Wajo	86	238
16	Luar Wilayah	34	1018
JUMLAH		5699	10872

infocorona.makassar.go.id

Gambar V.1. Infografis Persebaran Covid-19 di Kota Makassar per Tanggal 6 Desember 2020

Sumber : <https://infocorona.makassar.go.id/>

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa. Karena, atas berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan sebaik mungkin. Walaupun makalah ini jauh dari kata sempurna, tentu penulis akan tetap berusaha mengembangkannya untuk menjadi lebih sempurna, karena tiada manusia yang sempurna. Kemudian, penulis juga turut berterima kasih kepada Ibu Fariska Zakhralativa Ruskanda, ST., MT. selaku dosen IF2120 – Matematika Diskrit kelas 03, Pak Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT., Ibu Nur Ulfa Maulidevi, ST., M.Sc., dan Ibu Dra. Harlili S., M.Sc., yang juga selaku dosen mata kuliah IF2120 – Matematika Diskrit yang telah membimbing dan memberi materi kepada penulis selama proses pengajaran mata kuliah IF2120 – Matematika Diskrit, serta telah memberikan tugas ini sebagai dorongan untuk dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi orang banyak mengenai keilmuan informatika. Kemudian, penulis juga turut mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang senantiasa mendukung penulis untuk menyelesaikan makalah ini. Kiranya, makalah ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan tidak sia-sia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rosen, Kenneth H. "Discrete Mathematics and Its Applications, Seventh Edition", New York: McGraw-Hill, 2012, pp. 643.
- [2] Rosen, Kenneth H. "Discrete Mathematics and Its Applications, Seventh Edition", New York: McGraw-Hill, 2012, pp. 727.
- [3] Rosen, Kenneth H. "Discrete Mathematics and Its Applications, Seventh Edition", New York: McGraw-Hill, 2012, pp. 728.
- [4] Soimah, Ana Mardiatas dan Mussafi, Noor Saif Muhammad. "Pewarnaan Simpul Dengan Algoritma Welch-Powell Pada Traffic Light di Yogyakarta," JURNAL FOURIER (2013) 2 73-79. pp. 2.
- [5] Indarti, Dina, "Pewarnaan Graf (Algoritma Welch - Powell)."

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, 8 Desember 2020

Denilsen Axel Candiasa
13510959