

Analisis Penerapan Konsep Pohon dalam Menentukan 100 Lagu Teratas Pengguna pada Aplikasi Spotify

Varraz Hazzandra Abrar - 13521020¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

¹13521020@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Musik adalah salah satu hiburan yang dinikmati banyak kalangan. Karena itu, pada zaman sekarang ada banyak media untuk mendengarkan musik. Salah satunya adalah aplikasi bernama Spotify. Spotify sendiri menawarkan fitur spesial bernama Spotify Wrapped. Fitur ini hadir setahun sekali dan di dalamnya ada daftar 100 lagu teratas yang sering didengarkan pengguna. Terdapat konsep salah satu jenis graf, yaitu pohon dalam merancang fitur tersebut. Lagu-lagu ditempatkan pada posisi anak dari orangtua berupa tanggal mendengarkan lagu. Lalu, akan terbentuk pohon n -ary berdasarkan frekuensi setiap lagu didengarkan pengguna dalam satu hari.

Keywords—Lagu, Daftar, Pohon, Derajat.

I. PENDAHULUAN

Sejarah musik sudah bermula dari ribuan tahun lalu dari sebelum masehi. Adanya penemuan prasasti berupa harpa-harpa, gitar, dan seruling dalam peninggalan bangsa Mesir yang diperkirakan sudah ada sejak 2000 SM menunjukkan keterkaitan kehidupan manusia dengan musik. Dunia berkembang dan musik semakin kompleks dan banyak, begitu pula dengan media mendengarkan musik yang sekarang tidak harus secara langsung, tetapi juga bisa melalui aplikasi. Dari sekian banyak aplikasi atau laman khusus musik/lagu, ada Spotify yang sekarang merajai tangga aplikasi gratis untuk musik dan audio yang sudah diunduh lebih dari satu juta kali.

Tiap tahun, Spotify meluncurkan fitur bernama Spotify Wrapped. Spotify Wrapped menyajikan kompilasi data terkait aktivitas pengguna dalam setahun. Kompilasi data tersebut nantinya bisa dibagikan ke media sosial.

Di dalam fitur tersebut, ada daftar 100 lagu teratas pengguna. Daftar tersebut berisi 100 lagu yang paling sering diputarkan pengguna dalam aplikasi tersebut. Untuk mendapatkan daftar tersebut, terdapat konsep pohon yang menentukan urutan lagu-lagu tersebut berdasarkan total derajat tiap simpul yang berupa lagu-lagu yang pernah diputarkan.

II. TEORI DASAR

A. GRAF

Graf terdiri dari simpul (v) dan sisi (e). Graf dirumuskan sebagai

$$G = (V, E)$$

V merupakan himpunan tidak kosong dari simpul (v_1, v_2, \dots, v_n). E merupakan himpunan tidak kosong dari sisi (e_1, e_2, \dots, e_n). Sisi merupakan penghubung antara dua simpul. Graf dibagi menjadi dua jenis, yaitu graf sederhana dan graf tak sederhana.

Graf sederhana merupakan graf yang tidak memiliki sisi gelang dan sisi ganda. Sisi gelang adalah sisi yang ujung awal dan ujung akhirnya adalah simpul yang sama. Sisi ganda adalah keadaan dimana dua sisi menghubungkan dua simpul yang sama.

Graf tak sederhana merupakan graf yang mengandung sisi gelang atau sisi ganda. Graf tak sederhana dibagi menjadi dua jenis, yaitu graf ganda dan graf semu. Graf ganda mengandung sisi ganda, sedangkan graf semu mengandung sisi gelang.

Berdasarkan orientasi arah, graf terbagi menjadi graf berarah dan graf tak berarah. Graf berarah memiliki orientasi arah. Graf tak berarah tidak memiliki orientasi arah.

Berdasarkan bobot, graf terbagi dua juga, yaitu graf berbobot dan graf tak berbobot. Graf berbobot memiliki bobot nilai di tiap sisinya. Graf tak berbobot tidak memiliki bobot nilai.

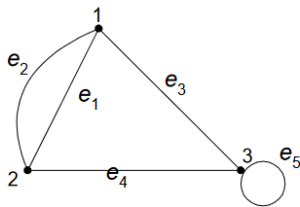
B. TERMINOLOGI GRAF

1. Ketetanggaan (*Adjacent*)

Simpul a bertetangga dengan simpul b jika simpul a dan b terhubung dengan suatu sisi secara langsung.

2. Bersisian (*Incidency*)

Simpul a bersisian dengan sisi x jika simpul a merupakan ujung dari sisi x .

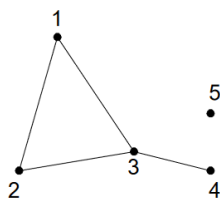


Gambar 2.1 Graf Tak Sederhana
(Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>)

Pada Graf 2, e_2 bersisian dengan simpul 1 dan simpul 2, tetapi tidak bersisian dengan simpul 3. Sisi e_5 bersisian dengan simpul 3 saja.

3. Simpul terpercil



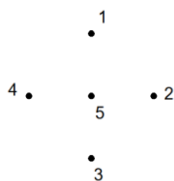
Gambar 2.2 Graf G_3
(Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>)

Simpul terpercil merupakan simpul yang tidak bertetangga dengan simpul manapun. Hal itu juga berarti simpul terpercil tidak bersisian dengan sisi manapun. Pada G_3 , yang merupakan simpul terpercil adalah simpul 5.

4. Graf Kosong

Graf kosong merupakan graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong.



Gambar 2.3 Graf Kosong
(Sumber :

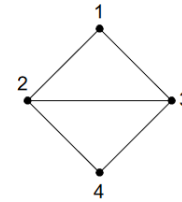
<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>)

5. Derajat (Degree)

Derajat suatu simpul merupakan jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Pada gambar 2.2, sisi-sisi yang bersisian dengan simpul 3 adalah sisi (2,3), sisi (1,3), dan sisi (4,3). Karena ada tiga sisi yang bersisian dengan simpul 3, derajat simpul 3 adalah $d(3)=3$. Sementara itu, karena simpul 5 merupakan simpul terpercil, simpul 5 berderajat 0.

6. Lintasan

Lintasan adalah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi yang berbentuk $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$ sedemikian rupa sehingga $e_1 = (v_0, v_1)$, $e_2 = (v_1, v_2), \dots$, $e_n = (v_{n-1}, v_n)$ menjadi sisi-sisi dari graf G .



Gambar 2.4 Graf G_1
(Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>)

Dilihat dari graf di atas, lintasan 1234 adalah lintasan dengan barisan sisi (1,2), (2,4), dan (4,3).

7. Sirkuit

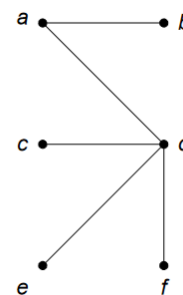
Sirkuit merupakan lintasan yang berawal dan berakhir di simpul yang sama. Pada gambar 2.4, lintasan 1-2-3-1 merupakan sirkuit.

8. Terhubung (Connected)

Simpul a terhubung dengan simpul b jika terdapat lintasan yang menghubungkan mereka. Pada gambar 2.2, simpul 1 terhubung dengan simpul 4.

C. POHON

Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Hal ini berarti pohon merupakan salah satu jenis graf terbuka.

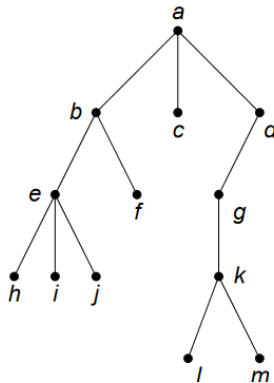


Gambar 2.5 Pohon
(Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>)

D. TERMINOLOGI POHON

1. Anak dan Orangtua



Gambar 2.6 Pohon
(Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>)

Pada gambar di atas, a merupakan orangtua bagi b, c, dan d. Simpul b merupakan orangtua dari e dan f. Simpul b, c, dan d merupakan anak-anak dari simpul a. Simpul e dan f merupakan anak dari simpul b.

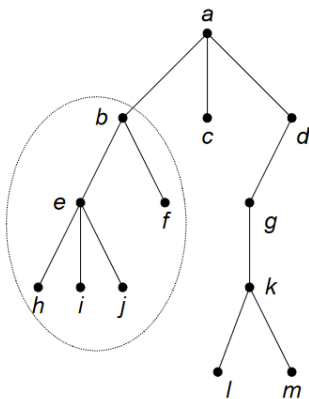
2. Lintasan

Berdasarkan gambar 2.6, lintasan dari a ke i adalah a, b, e, dan i. Panjang lintasan tersebut adalah 3.

3. Saudara Kandung

Berdasarkan gambar 2.6, b, c, dan d merupakan saudara kandung karena memiliki orangtua yang sama.

4. Upapohon



Gambar 2.7 Upapohon dari Suatu Pohon
(Sumber :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>)

Pada gambar di atas, bagian yang dilingkari merupakan upapohon dari pohon tersebut.

5. Derajat (Degree)

Pada gambar 2.7, derajat a adalah 3. Derajat e adalah 1. Jadi, yang dimaksud di sini adalah derajat keluar dari suatu simpul ke simpul terminal. Derajat maksimal pada pohon tersebut adalah 3.

6. Daun (leaf)

Daun merupakan simpul yang berderajat 0. Pada gambar 2.7, h, i, j, c, l, dan m merupakan daun.

7. Pohon n -ary

Pohon n -ary merupakan pohon yang tiap simpul cabangnya memiliki maksimal n buah anak. Pohon dikatakan penuh atau teratur jika tiap simpulnya memiliki anak sebanyak tepat n buah. Pohon yang memiliki maksimal satu anak saja disebut pohon *unary*, sedangkan pohon yang memiliki maksimal dua buah anak saja disebut pohon *binary*.

III. LANGKAH-LANGKAH PENERAPAN

Berikut Langkah-langkah penerapan konsep pohon dalam menentukan *top 100 songs*.

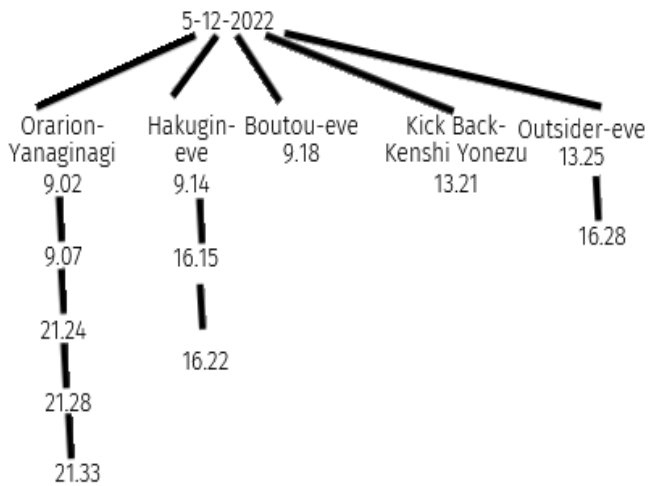
1. Daftar lagu yang diputarkan pada tanggal x dibuat sebagai pohon daftar lagu.
 2. Tanggal pengguna mendengarkan lagu dibuat sebagai orangtua pada pohon tersebut.
 3. Lagu yang didengarkan akan tercatat sebagai anak dari orangtua pada pohon tersebut. Artis dari lagu tersebut juga harus ditampilkan.
 4. Pencatatan anak dari orangtua pada pohon daftar lagu disertakan dengan waktu pertama kali mendengarkan lagu.
- Misalkan penulis mendengarkan lagu "Avant" pada pukul 8.19, maka wujud dari pernyataan tersebut pada pohon adalah seperti berikut

Avant-eve
8.19

4. Lagu yang sama jika diputarkan lagi pada hari itu, akan dicatat sebagai anak dari waktu paling pertama kali lagu tersebut didengarkan pada tanggal itu.
5. Akan terbentuk berupa pohon n -ary dengan jumlah anak paling maksimal adalah sebanding dengan jumlah lagu yang didengarkan pada tanggal itu.
6. Upapohon dari pohon daftar lagu adalah pohon *unary* dengan anak berupa waktu lagu didengarkan.

IV. IMPLEMENTASI

Pada makalah ini, penulis hanya memberi sampel kecil berupa daftar lagu yang didengarkan, bukan berupa sampel asli. Namun, hal ini dirasa cukup karena sampel-sampel yang diberikan merujuk ke *playlist* asli penulis. Ada tiga pohon daftar lagu yang diberikan. Pohon-pohon tersebut berisi daftar lagu yang didengarkan masing-masing pada tanggal 5 Desember 2022, 7 Desember 2022, dan 8 Desember 2022. Pohon-pohon disajikan di halaman selanjutnya.



Gambar 3.1 Pohon Lagu yang Didengarkan di Aplikasi Spotify pada 5 Desember 2022.
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

Untuk menentukan urutan lagu teratas, akan diambil derajat dari setiap lagu. Bisa dilihat pada gambar 3.1 bahwa waktu terakhir lagu diputar menjadi daun pada pohon tersebut.

Berdasarkan pohon di atas, lagu “Orarion” memiliki derajat sebesar 4. Lagu tersebut diputar 5 kali pada hari itu. Sedangkan, lagu “Kick Back” dan “Bouto” diputar sekali sehingga derajat kedua lagu pada pohon itu adalah 0.

Formula menentukan derajat lagu pada pohon daftar lagu adalah :

$$d(\text{lagu}) = f - 1$$

d = derajat

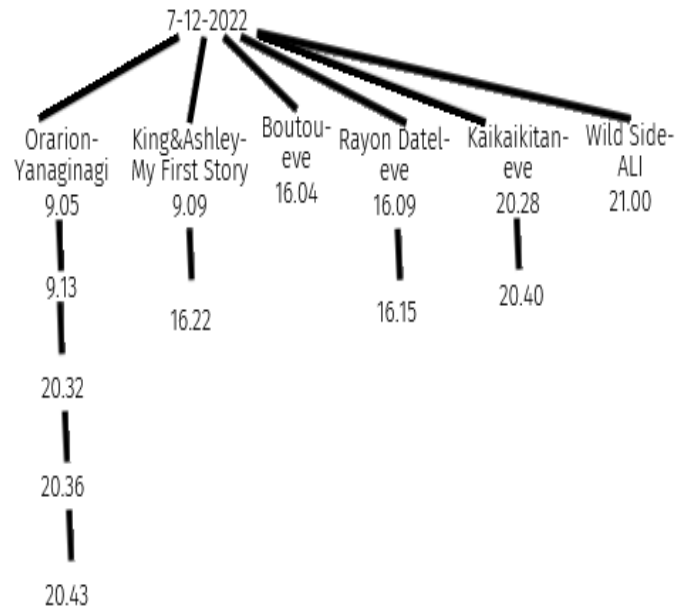
f = frekuensi (berapa kali lagu diputar)

Hasil dari perhitungan derajat pada tiap lagu di pohon daftar lagu dimasukkan pada tabel berikut.

Lagu	Derajat
Orarion by Yanaginagi	4
Hakugin by eve	2
Bouto by eve	0
Kick Back by Kenshi Yonezu	0
Outsider by eve	1

Tabel 3.1 Daftar Derajat Lagu yang diputar pada 5 Desember 2022

Dari tabel tersebut, lagu yang paling sering didengarkan pada tanggal 5 Desember 2022 adalah lagu “Orarion” karya Yanaginagi. Lagu tersebut memiliki derajat sebesar 4. Derajat terkecil pada daftar lagu tersebut adalah 0 pada lagu “Bouto” dan “Kick Back”.



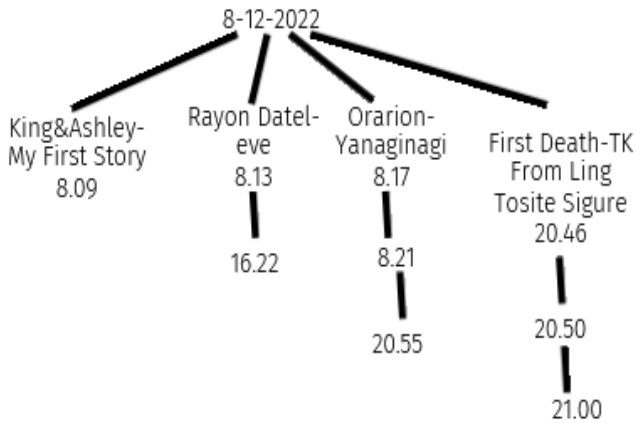
Gambar 3.2 Pohon Lagu yang Didengarkan di Aplikasi Spotify pada 7 Desember 2022.
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

Lagu	Derajat
Orarion by Yanaginagi	4
King & Ashley by My First Story	1
Bouto by eve	0
Rayon Datel by eve	1
Kaikaikitan by eve	1
Wild Side by ALI	0

Tabel 3.2 Daftar Derajat Lagu yang diputar pada 7 Desember 2022

Pada pohon daftar lagu pada tanggal 7 Desember 2022, lagu “Orarion” kembali menjadi lagu yang tersering didengarkan. Lagu tersebut berderajat 4. Selain “Orarion”, lagu “Bouto” juga masih ditemukan di pohon ini dengan derajat sebesar 0 yang berarti lagu ini hanya diputar sekali pada tanggal tersebut. Pada pohon tersebut, ditemukan lagu yang berbeda dengan daftar lagu pada tanggal 5 Desember 2022, yaitu lagu “King & Ashley” yang berderajat 1, “Rayon Datel” yang berderajat 1, “Kaikaikitan” yang berderajat 0, dan “Wild Side” yang berderajat 0. Lagu “Hakugin”, “Kick Back”, dan “Outsider” yang sebelumnya ada pada pohon daftar lagu pada tanggal 5 Desember tidak ada di pohon daftar lagu sekarang.

berderajat sama, urutan dihitung berdasarkan berapa hari lagu tersebut ada di dalam daftar pemutaran lagu.



Gambar 3.3 Pohon Lagu yang Didengarkan di Aplikasi Spotify pada 8 Desember 2022. (Sumber : Dokumentasi Penulis)

No.	Lagu	Derajat
1.	Orarion by Yanaginagi	10
2.	Rayon datel by eve	2
3.	First Death by TK From Ling Tosite Sigure	2
4.	Hakugin by eve	2
5.	King & Ashley by My First Story	1
6.	Outsider by eve	1
7.	Hakugin by eve	1
8.	Bouto by eve	0
9.	Kaikaikitan by eve	0
10.	Wild Side by ALI	0
11.	Kick Back by Kenshi Yonezu	0

Tabel 3.4 Urutan Lagu Teratas Berdasarkan Derajat Total Lagu

Berikut tabel urutan lagu teratas berdasarkan frekuensi.

No.	Lagu	Derajat
1.	Orarion by Yanaginagi	13
2.	Rayon datel by eve	4
3.	First Death by TK From Ling Tosite Sigure	3
4.	Hakugin by eve	3
5.	King & Ashley by My First Story	3
6.	Bouto by eve	2
7.	Hakugin by eve	2
8.	Outsider by eve	2
9.	Kaikaikitan by eve	1
10.	Wild Side by ALI	1
11.	Kick Back by Kenshi Yonezu	1

Tabel 3.5 Urutan Lagu Teratas Berdasarkan Frekuensi Total Lagu

Ada perbedaan dari kedua tabel. Lagu “Bouto” menempati urutan ke-8 berdasarkan derajat total, tetapi menempati urutan ke-6 berdasarkan frekuensi total. Hal ini terjadi karena walau lagu tersebut diputa 2 kali secara total, tetapi karena lagu tersebut diputa hanya sekali perhari, derajat lagu tersebut dalam daftar lagu yang diputar di hari lagu itu diputar bernilai 0.

V. ANALISIS

Konsep pohon pada akhirnya ternyata tidak efektif untuk menentukan daftar lagu teratas pengguna. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan pada urutan lagu antara berdasarkan derajat total dan berdasarkan frekuensi total. Diperlukan lebih banyak aspek untuk menggunakan pohon sebagai penentuan daftar lagu teratas pengguna. Salah satu aspek yang penulis lewatkan adalah lama lagu diputar. Misalnya, suatu lagu tidak didengarkan dari awal sampai selesai. Pengguna juga bisa saja mendengarkan lagu yang sama hanya pada bagian tertentu saja. Hal ini membuat pohon harus dibuat lebih kompleks lagi untuk menampung aspek-aspek yang membuat suatu lagu masuk daftar lagu teratas pengguna atau konsep pohon memang terlalu naif untuk digunakan dalam penentuan *top 100 songs*.

Lagu	Derajat
King & Ashley by My First Story	0
Rayon Datel by eve	1
Orarion by Yanaginagi	2
First Death by TK From Ling Tosite Sigure	2

Tabel 3.3 Daftar Derajat Lagu yang diputar pada 8 Desember 2022

Pada pohon daftar lagu pada tanggal 8 Desember 2022, lagu “Orarion” masih muncul dengan derajat sebesar 2. Lagu “Rayon Datel” dan “King & Ashley” juga muncul lagi dengan derajat masing-masing sama dengan 0 dan 1. Terdapat judul lagu baru pada pohon ini, yaitu “First Death” yang berderajat 2. Jadi, pada tanggal tersebut, lagu tersering yang diputar pengguna adalah “Orarion” dan “First Death”.

Setelah meninjau semua sampel pohon tadi, akan dicari total derajat tiap lagu dengan menjumlahkan semua derajat lagu di tiap pohon. Namun, kekurangannya adalah lagu yang didengarkan sekali perhari akan tetap memiliki derajat total sama dengan 0. Akan ada distorsi dari frekuensi lagu diputar dengan derajat total lagu. Maka dari itu, dibuat variabel f yang bernilai sama dengan frekuensi lagu tersebut diputar dalam sehari. Jadi, pada akhirnya yang ditotalkan hanyalah f lagu per pohon.

Misalkan, berdasarkan 3 pohon di atas, derajat total lagu “Bouto” adalah $0+0 = 0$. Lagu tersebut diputar sekali pada tanggal 5 Desember 2022 dan 7 Desember 2022. Hal ini menyebabkan kerancuan karena derajat totalnya akan sama dengan derajat total lagu “Wild Side” yang hanya diputar sekali pada tanggal 7 Desember 2022. Akan lebih tepat jika menggunakan f sebagai acuan menentukan seberapa sering lagu tersebut diputar. Jadi, f total dari lagu “Bouto” adalah $1 + 1 = 2$. Sedangkan, lagu “Wild Side” memiliki $f=1$.

Berdasarkan total derajat lagu, berikut urutan lagu teratas dari 3 pohon di atas. Jika ada 2 / lebih lagu yang

Konsep graf begitu melekat dalam kehidupan manusia. Pohon, salah satu jenis graf, sangat sering dipakai dalam penyelesaian masalah. Salah satunya adalah menentukan daftar lagu teratas pengguna sebagai salah satu fitur pada aplikasi musik bernama “Spotify”. Penulis hanya menyajikan gambaran sederhana tentang bagaimana pohon bisa menggambarkan daftar lagu yang diputar pada tanggal tertentu. Hasilnya memang tidak benar-benar menyelesaikan masalah pada produksi fitur tersebut. Namun, hal ini menunjukkan konsep dasar pohon bisa ditemukan daftar *playlist* dalam satu hari pada aplikasi tersebut yang membantu Spotify menentukan *top 100 songs* yang disajikan dalam fitur “Spotify Wrapped”.



Varraz Hazzandra Abrar / 13521020

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. Karena rahmat dan karunia-Nya, makalah ini bisa diselesaikan tepat waktu. Terima kasih saya sampaikan kepada Bapak Rinaldi Munir dan seluruh dosen matakuliah Matematika Diskrit yang telah memberikan wawasan dan bimbingan untuk penyelesaian makalah ini. Saya juga berterima kasih kepada orangtua, keluarga, dan teman-teman yang sudah memberi dukungan kepada saya dalam menyelesaikan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. (2022). Graf (Bagian 1). <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf> Diakses pada tanggal 9 Desember 2022.
- [2] Munir, Rinaldi. (2022). Graf (Bagian 2). <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian2.pdf> Diakses pada tanggal 10 Desember 2022.
- [3] Munir, Rinaldi. (2022). Graf (Bagian 3). <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian3.pdf> Diakses pada tanggal 10 Desember 2022.
- [4] Munir, Rinaldi. (2022). Pohon (Bagian 1). <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf> Diakses pada tanggal 10 Desember 2022.
- [5] Munir, Rinaldi. (2022). Pohon (Bagian 2). <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2021-2022/Pohon-2021-Bag2.pdf> Diakses pada tanggal 10 Desember 2022.
- [6] Wallin, Nils Lennart; Steven Brown; Björn, Merker (2001). *The Origins of Music*. Cambridge: MIT Press. Diakses pada 11 Desember 2022.

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.