

Aplikasi Pohon Keputusan dalam Menentukan Golongan Suara pada Paduan Suara

Azmi Hasna Zahrani - 13521006¹
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
¹13521006@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Paduan suara adalah kelompok musik ansambel yang memanfaatkan suara penyanyi. Kelompok seni ini sudah ada sejak 3000 tahun sebelum masehi dengan membawakan lagu-lagu pujian dan persembahan kepada Tuhan. Pada awalnya paduan suara dinyanyikan secara unisono hingga kemajuan seni membuat adanya harmonisasi pada paduan suara serta memunculkan komponis-komponis klasik yang terkenal. Harmonisasi pada paduan suara dilakukan dengan membagi penyanyi ke dalam golongan suara tertentu. Penggolongan suara ini dapat dilakukan dengan mengukur *range* vokal penyanyi. Menggunakan pohon keputusan, penentuan golongan suara pada penyanyi paduan suara akan lebih mudah.

Kata Kunci—Paduan Suara, Pohon Keputusan, Golongan Suara.

I. PENDAHULUAN

Paduan suara merupakan kelompok musik ansambel yang terdiri dari banyak penyanyi dengan mengkombinasikan berbagai jenis golongan suara di dalamnya. Kombinasi golongan suara ini dibuat agar performa yang dihasilkan paduan suara menjadi lebih harmonis. Pada umumnya paduan suara memiliki empat golongan suara sebagai komposisi harmonisasi. Namun, ada juga beberapa paduan suara yang menggunakan komposisi harmonisasi tiga, lima, enam, hingga delapan golongan suara.

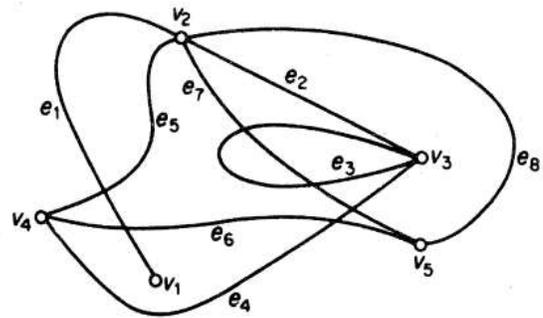
Secara umum paduan suara dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu *female choir*, *male choir*, dan *mix choir*. Golongan suara pada kategori *female choir* dibagi menjadi tiga, yaitu *soprano*, *mezzo-soprano*, dan *alto*. Begitu pula pada kategori *male choir*, golongan suara dibagi menjadi tiga, yaitu *tenor*, *baritone*, dan *bass*. Sedangkan, golongan suara pada *mix choir* terdiri atas gabungan dari *female choir* dan *male choir*. Pada beberapa paduan suara profesional, kategori golongan suara tersebut dibagi lagi menjadi dua bagian seperti *soprano 1*, *soprano 2*, *alto 1*, *alto 2*, dan seterusnya.

Pembagian golongan suara ini dapat ditentukan oleh beberapa faktor yang dimiliki oleh penyanyi, seperti tinggi rendahnya nada yang dapat dicapai, *range* nada yang dapat dijangkau, dan warna suara penyanyi. Selain itu, kebutuhan paduan suara yang ingin menyajikan *genre* musik tertentu juga dapat berpengaruh pada penggolongan suara penyanyinya. Penentuan golongan suara ini dapat dibantu menggunakan aplikasi dari konsep graf-pohon, khususnya pada konsep pohon keputusan.

II. DASAR TEORI

2.1 Graf

Graf merupakan kumpulan dari himpunan tak-kosong dari simpul-simpul (V) dan himpunan sisi yang menghubungkan simpul-simpul tersebut (E). Sehingga, secara formal graf dapat dinotasikan sebagai $G = (V, E)$.



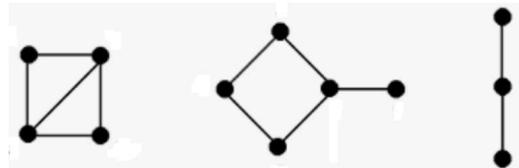
Gambar 2.1 Contoh Graf

Sumber: [Bondy, J.A., Murty, U.S.R. 1976. Graph Theory with Application.](#)

Berdasarkan beberapa kategori, graf dalam dibagi ke beberapa jenis. Menurut ada dan tidaknya gelang atau *loop*, graf dapat dibagi menjadi dua, yaitu graf sederhana dan tidak sederhana. Sedangkan menurut ada dan tidaknya arah pada sisi, graf dapat dibagi menjadi dua, yaitu graf berarah dan graf tidak berarah.

2.1.1 Graf Sederhana

Graf sederhana merupakan graf yang tidak memiliki gelang atau *loop* di dalamnya.



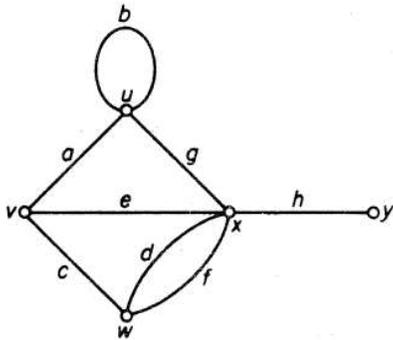
Gambar 2.2 Graf Sederhana

Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Graf \(Bag. 1\).](#)

2.1.2 Graf Tidak Sederhana

Graf tidak sederhana merupakan graf yang memiliki

gelang atau loop di dalamnya.

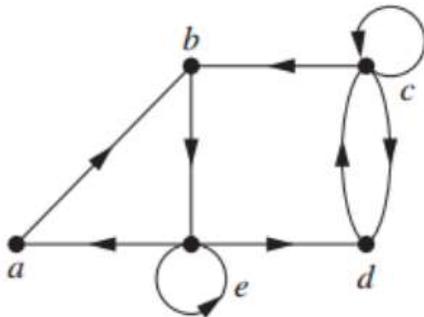


Gambar 2.3 Graf Tidak Sederhana

Sumber: [Bondy, J.A., Murty, U.S.R. 1976. Graph Theory with Application.](#)

2.1.3 Graf Berarah

Graf berarah merupakan graf yang sisi-sisinya memiliki orientasi arah (bermula dari sebuah simpul dan menuju sebuah simpul).

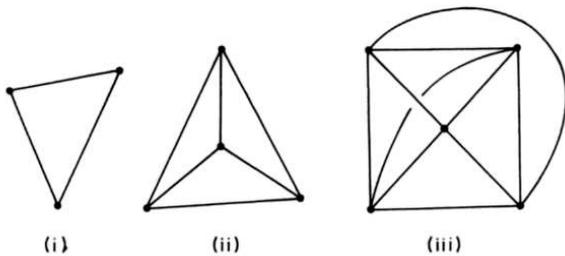


Gambar 2.4 Graf Berarah

Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Graf \(Bag. 1\).](#)

2.1.4 Graf Tidak Berarah

Graf tidak berarah merupakan graf yang sisi-sisinya tidak memiliki orientasi arah.

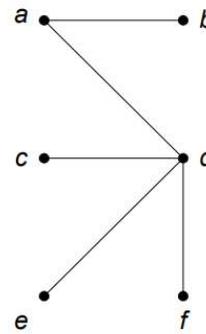


Gambar 2.5 Graf Tidak Berarah

Sumber: [Tutte, William Thomas. 2001. Graph Theory.](#)

2.2 Pohon

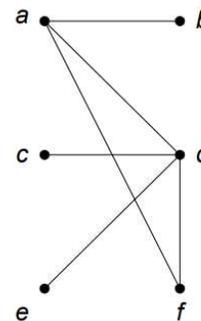
Pohon merupakan graf tak-berarah yang terhubung tanpa adanya sirkuit.



Gambar 2.6 Pohon

Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon \(Bag. 1\).](#)

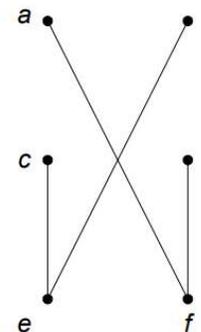
Apabila sebuah graf tak-berarah memiliki sisi yang membentuk sirkuit, maka graf tersebut tidak dapat disebut pohon.



Gambar 2.7 Bukan Pohon (Memiliki Sirkuit)

Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon \(Bag. 1\).](#)

Ada pula graf yang tidak terhubung juga tidak dapat disebut pohon.



Gambar 2.8 Bukan Pohon (Graf Tidak Terhubung)

Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon \(Bag. 1\).](#)

Pohon memiliki beberapa sifat yang tidak lepas darinya. Jika graf $G = (V, E)$ merupakan pohon dengan jumlah n simpul, maka G harus memenuhi sifat-sifat berikut.

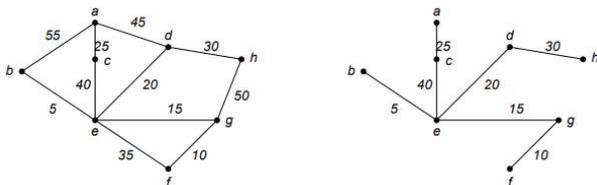
- 1) semua simpul dalam G harus terhubung dengan lintasan tunggal
- 2) pohon G memiliki $m = n - 1$ sisi
- 3) pohon G tidak memiliki sirkuit
- 4) penambahan satu sisi pada graf akan membuat satu sirkuit
- 5) pohon G terhubung dan semua sisinya adalah jembatan

Terdapat beberapa jenis pohon, di antaranya adalah pohon merentang, pohon berakar, pohon terurut, pohon n -ary, dan pohon biner.

2.2.1 Pohon Merentang

Pohon merentang diperoleh dengan memotong sirkuit pada graf. Pohon merentang kerap diaplikasikan pada *shortest path* dan *routing* pesan pada jaringan komputer. Pada graf berbobot, paling tidak memiliki 1 pohon merentang.

Pada pohon merentang, terdapat konsep pohon merentang minimum. Pohon merentang minimum merupakan pohon merentang yang memiliki bobot minimum. Untuk menentukan pohon merentang minimum dapat diperoleh melalui dua cara, yaitu menggunakan Algoritma Prim dan Algoritma Kruskal.

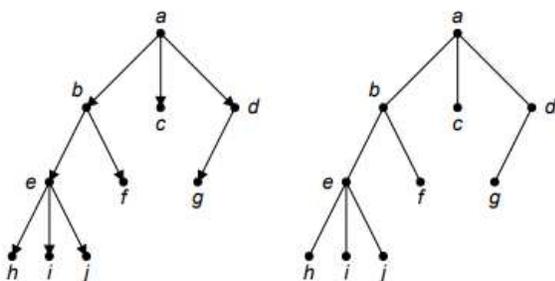


Gambar 2.9 Pohon Merentang

Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon \(Bag. 1\).](#)

2.2.2 Pohon Berakar

Pohon berakar merupakan pohon dengan sisi berarah yang satu buah simpulnya memiliki peran sebagai akar.



Gambar 2.10 Pohon Berakar

Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon \(Bag. 2\).](#)

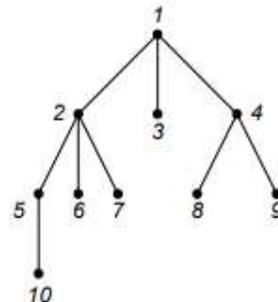
Berikut beberapa terminologi yang ada pada pohon berakar.

- 1) anak (*child* atau *children*)
- 2) orang tua (*parent*)
- 3) lintasan (*path*)
- 4) saudara kandung (*sibling*)
- 5) upapohon (*subtree*)
- 6) derajat (*degree*)

- 7) daun (*leaf*)
- 8) simpul dalam (*internal nodes*)
- 9) level atau tingkat
- 10) tinggi (*height*) atau kedalaman (*depth*)

2.2.3 Pohon Terurut

Pohon terurut merupakan pohon berakar yang anak-anaknya terurut.



Gambar 2.11 Pohon Terurut

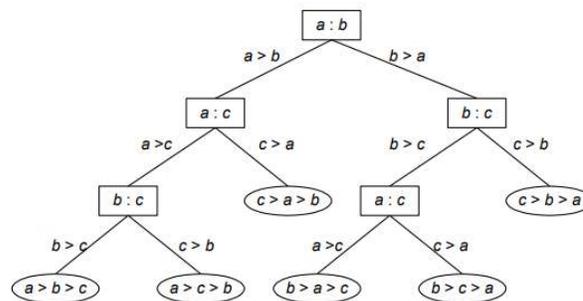
Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon \(Bag. 2\).](#)

2.2.4 Pohon n -ary

Pohon n -ary merupakan pohon berakar yang setiap simpul cabangnya memiliki anak maksimal sebanyak n buah.

2.2.5 Pohon Biner

Pohon biner merupakan pohon n -ary yang simpul cabangnya memiliki anak maksimal sebanyak 2 buah yang dibedakan menjadi anak kiri (*left child*) dan anak kanan (*right child*). Salah satu aplikasi pohon biner adalah pohon keputusan. Pohon keputusan merupakan pohon biner yang digunakan untuk menggambarkan permasalahan dan beberapa keputusan yang diambil sehingga menghasilkan solusi.



Gambar 2.12 Pohon Keputusan

Sumber: [Munir, Rinaldi. 2022. Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon \(Bag. 2\).](#)

III. PADUAN SUARA DAN GOLONGAN SUARA

A. Paduan Suara

Musik ansambel dengan memanfaatkan suara penyanyi dengan beragam karakter vokal serta harmonisasi merupakan definisi dari paduan suara. Paduan suara bertumbuh di kalangan seni opera dan orchestra. Selain itu, paduan suara juga banyak dilibatkan dalam prosesi ibadah umat kristiani dan

yahudi.

Pada awalnya paduan suara dinyanyikan dengan unisono atau *monophonic*. Menurut manuskrip Italia, di sekitar tahun 1430M mulai dikembangkan paduan suara polifoni (harmonisasi suara) dan musik harmonisasi paduan suara atau yang disebut *cori spezzati* dikembangkan pada awal abad ke-16M. Pada periode yang sama, muncul karya musik paduan suara bernama Cantata Gerejawi dan Oratorio dengan latar belakang keagamaan. Awal abad ke-17, komponis dunia Johann Sebastian Bach dan George Frederick Handel menjadikan tolak ukur baru bagi seni paduan suara dengan komposisi *Passion (1729)* dan *Messiah(1442)* yang memunculkan seniman-seniman musik klasik lainnya seperti Haydn dan Mozart.

Pada era modern ini, seni paduan suara masih memiliki banyak peminat dan terus dikembangkan baik untuk ibadah, pertunjukan opera, bahkan untuk pendidikan dan kompetisi. Komposisi-komposisi musik yang dibawakan pun lebih bervariasi, seperti folkore, pop, jazz, dangdut, dan lain sebagainya. Komposer-komposer paduan suara modern seperti Ken Steven, Josu Elberdin, serta Agustinus Bambang Jusana turut berpartisipasi dalam dunia paduan suara modern melalui karya-karyanya.

B. Golongan Suara

Pada sejarah paduan suara, diketahui di awal kemunculannya paduan suara dinyanyikan secara unisono atau satu suara. Melalui perkembangan era serta seiringan dengan kemajuan seni di Eropa, paduan suara mulai bernyanyi secara *polyphonic*. Hal ini turut didukung oleh munculnya komposer-komposer klasik yang memunculkan harmonisasi pada paduan suara. Hingga saat ini, komposisi paduan suara dapat dinyanyikan dengan 2-8 pembagian suara.

Golongan suara pada paduan suara wanita biasanya dibagi menjadi tiga, yaitu *soprano*, *mezzo soprano*, dan *alto*. Begitu juga pada paduan suara pria, penggolongan suara dibagi menjadi tiga, yaitu *tenor*, *baritone*, dan *bass*. Sedangkan, pada *mix choir* atau paduan suara campuran, adalah gabungan dari keduanya dengan beberapa kombinasi. Seperti *soprano I*, *soprano II*, *alto I*, *alto II*, *tenor I*, *tenor II*, *bass I*, dan *bass II*. Dalam kombinasi seperti ini, biasanya golongan suara tengah dapat dimasukkan ke dalam *soprano II* atau *alto I* untuk *mezzo soprano* dan *tenor II* atau *bass I* untuk *baritone*.

Pembagian suara pada paduan suara dilakukan dengan ambitus suara. Ambitus atau jangkauan nada yang dapat dicapai oleh penyanyi menjadi penilaian utama untuk menentukan golongan suara penyanyi. Pada umumnya, jangkauan nada untuk *soprano* adalah C4-G6, *mezzo soprano* pada Bes3-G5, *alto* As3-D5, *tenor* C3-C5, *baritone* As2-Bes4, dan *bass* C2-D4. Namun tak hanya *range* vokal, warna suara serta karakteristik suara yang dimiliki penyanyi juga turut andil dalam penilaian untuk menentukan golongan suara penyanyi. Meskipun *range* suara yang dimiliki penyanyi cukup jauh dan dapat mencapai tangga nada yang tinggi, jika seorang penyanyi memiliki karakter suara yang cenderung dalam, maka penyanyi tersebut cenderung akan dikategorikan ke suara berat.

IV. APLIKASI POHON KEPUTUSAN DALAM MENENTUKAN GOLONGAN SUARA PADA PADUAN SUARA

Dalam menentukan golongan suara penyanyi paduan suara, perlu dilakukan beberapa klasifikasi seperti pria dan wanita, serta *range* vokalnya. Seorang penyanyi wanita dapat dikategorikan ke dalam suara *soprano*, *mezzo soprano*, dan *alto*. Sedangkan, penyanyi pria dapat dikategorikan ke dalam suara *tenor*, *baritone*, dan *bass*. Kemudian, keenam golongan suara tersebut dapat dibagi kembali dengan pembagian delapan suara. Penggolongan suara tersebut dilakukan dengan ambitus dan identifikasi karakter suara sehingga didapatkan golongan suara penyanyi yang sesuai.

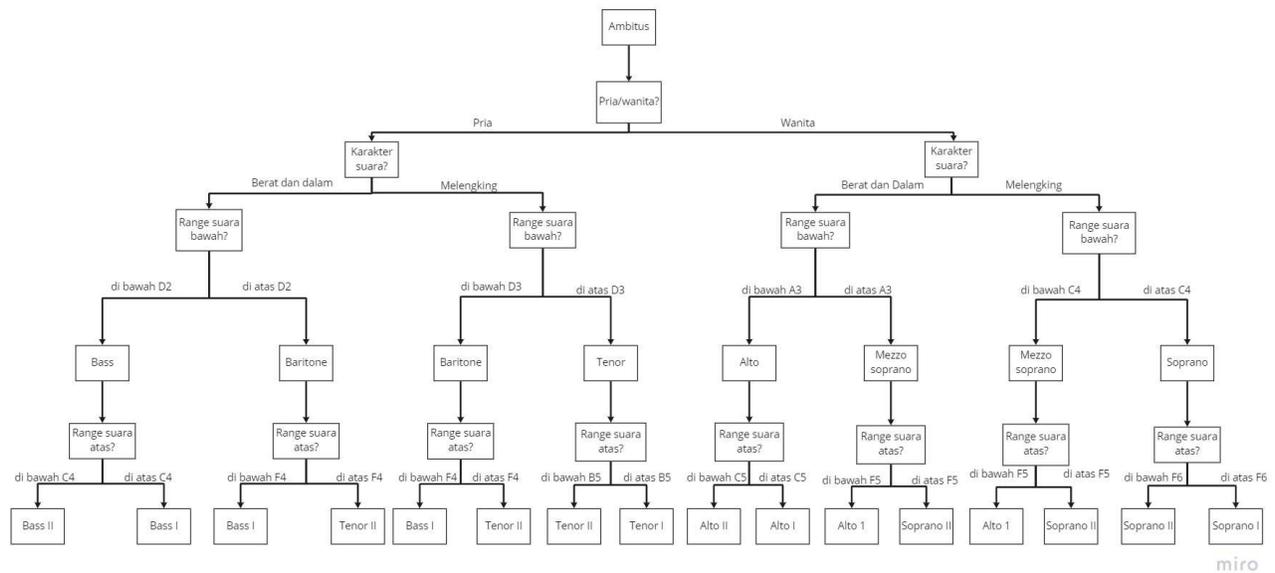
Pada ambitus perlu diketahui apakah seorang penyanyi merupakan pria atau wanita. Kemudian perlu diketahui karakter suaranya apakah berat dan dalam, ataupun melengking. Apabila seorang penyanyi memiliki karakter suara yang berat dan dalam, maka penyanyi tersebut dapat dikategorikan ke golongan suara menengah-berat, baik pria maupun wanita. Jika seorang penyanyi memiliki karakter suara yang melengking, penyanyi tersebut akan digolongkan ke kelompok suara menengah-atas. Setelah pengelompokan suara menurut karakteristik suara, dilakukan pengukuran *range* suara untuk membagi ke golongan suara yang lebih spesifik. Golongan suara yang dibentuk adalah sebagai berikut.

Klasifikasi Suara	Jarak Umum	Jarak Tidak Umum	Jenis Suara
Soprano I	D4 - G6	Bes3-D6	Kolatura lirik dramatik
Soprano II	C4-E5	A3-G5	Mezzo soprano lirik dramatik
Alto I	Bes3-D5	G3-F5	Mezzo soprano lirik kontralto
Alto II	As3-C5	F3-Es5	Kontralto
Tenor I	D3-Fis5	C3-C5	Lirik dramatik
Tenor II	C3-F5	Bes3-Bes4	Lirik dramatik
Bass I	As2-D4	F2-F4	Bariton
Bass II	F2-C4	C2-D4	Bas - bariton

Tabel 5.1 Tabel Jenis Suara

Sumber: [Pakpahan, Binsar J. 2010. Klasifikasi dan Warna Suara.](#)

Dengan klasifikasi yang ada pada tabel tersebut, penulis membuat pohon penentuan sebagai berikut.

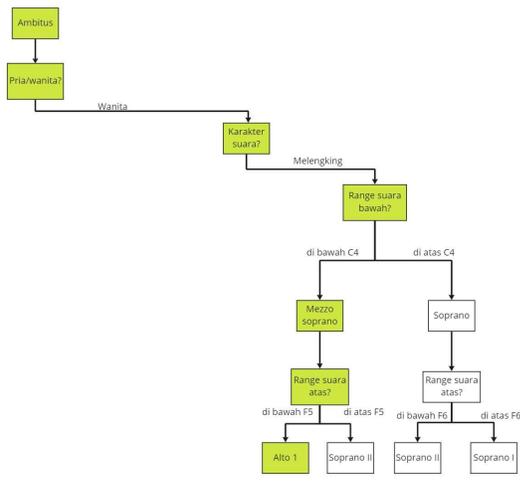


Gambar 5.1 Pohon Keputusan
Sumber: Dokumen Pribadi

Pohon keputusan di atas dapat membantu penggolongan suara seorang penyanyi paduan suara baik untuk *male choir*, *female choir*, ataupun *mix choir*. Sebagai gambaran akan dilakukan contoh kasus seperti berikut.

A. Contoh Kasus I

A merupakan seorang penyanyi wanita yang memiliki suara sedang cenderung melengking. Kemungkinan A dapat dikategorikan ke jenis suara *Mezzo soprano*. Ketika ambitus, range suara A adalah B3 hingga C4. Maka menggunakan pohon keputusan, A dapat dikategorikan ke dalam penyanyi *Alto I* dengan visualisasi sebagai berikut.



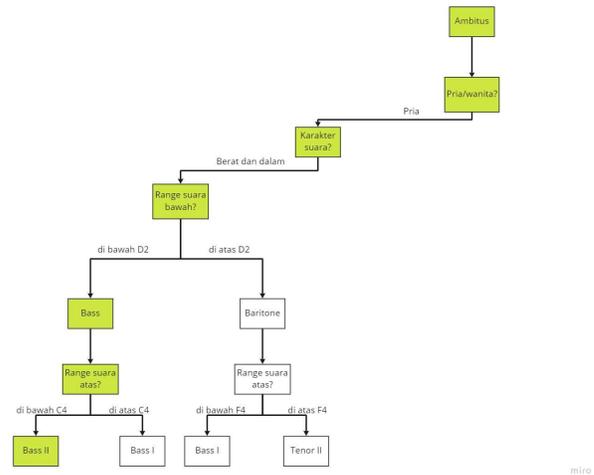
Gambar 5.2 Contoh Kasus I Aplikasi Pohon Keputusan dalam Menentukan Golongan Suara pada Paduan Suara (pohon disederhanakan)

Sumber: Dokumen Pribadi

B. Contoh Kasus II

B merupakan seorang penyanyi pria. B telah bernyanyi sejak kecil dalam paduan suara. Saat Ia kecil, B memiliki karakter

suara yang melengking dan *range* vokal yang tinggi sehingga B tergolong ke *Tenor I*. Seiring pertumbuhan, B mengalami pubertas dan suaranya memberat. Saat beranjak SMA, B masuk paduan suara dengan suaranya yang telah menjadi berat dan *range* suara yang lebih rendah dari sebelumnya. B bahkan dapat menjangkau nada F2. Dengan pohon keputusan, B dapat dikategorikan ke dalam golongan suara *Bass II* dengan visualisasi sebagai berikut.



Gambar 5.3 Contoh Kasus II Aplikasi Pohon Keputusan dalam Menentukan Golongan Suara pada Paduan Suara (pohon disederhanakan)

Sumber: Dokumen Pribadi

V. KESIMPULAN

Matematika diskrit tidak hanya dapat diaplikasikan di dalam lingkup keilmuan informatika saja, melainkan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya, pada bidang seni paduan suara, yaitu dalam hal menentukan golongan suara penyanyi paduan suara.

Pohon keputusan merupakan salah satu sub materi graf-pohon yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan

dengan kondisi tertentu. Pada hal ini, penulis menggunakan pohon keputusan untuk menentukan golongan suara pada paduan suara. Penentuan golongan suara dapat dilakukan dengan cara ambitus dan identifikasi karakter suara. Setelah karakter suara dan *range* vokal diketahui, golongan suara seseorang dapat ditentukan.

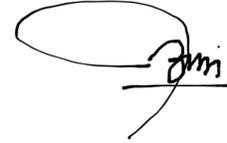
PERNYATAAN

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, 10 Desember 2022

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Mahaesa, karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas makalah IF2120 Matematika Diskrit dengan lancar. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T., selaku dosen Kelas 3 Matematika Diskrit yang telah membawakan kuliah Matematika Diskrit selama satu semester ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua yang telah mendukung secara moral dan material sehingga penulis dapat menuntut ilmu hingga saat ini. Tak lupa, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Teknik Informatika 2021 Institut Teknologi Bandung, khususnya Kelas 3 karena telah membantu penulis dalam perkuliahan selama satu semester ini. Semoga, hasil yang didapat pada semester ini sesuai dengan apa yang telah penulis dan teman-teman perjuangkan.



Azmi Hasna Zahrani / 13521006

REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. 2022. *Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Graf (Bag. 1)*. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf> Diakses pada 5 Desember 2022.
- [2] Bondy, J.A., Murty, U.S.R. 1976. *Graph Theory with Application*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59942347/GraphTheory20190705-13780-1bht01-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1670244226&Signature=YHPFEH8Dsx7~CKlTpBnv4FsIhXHquJbUFoepSW-9N3Swkj5Y05JDu9ONKLxOvxEQmy4B9zWkQOxnTEDq4rfubkBWwd7T~BREs2avkculgY1OZtmwPkY-JOZnMVx5ubYrfwJx2Uj5OCrLda3Hu8TadwxA9jHf4U18oW8e6~8PgRAwAfaAoREuofWf7iyb9~psx8rjX337j1jGTl4-Itf9Id4GdGQWR2Vkv9R6s~JMs-xZCu1ATFMHb1-Oxy2ROjU4A0FE~zLOv4EsqkheB5A~7YJoXNdAytVjExm4wDbmL9XvdoaFOQJknSXwota8y8DsMroWtnWMv0tvB47fPKw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHFG5GSLRBV4ZA Diakses pada 5 Desember 2022.
- [3] Tutte, William Thomas. 2001. *Graph Theory*. https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=uTGhooU37h4C&oi=fnd&pg=PR13&dq=graph&ots=DJv-VDFy4Z&sig=8P4ZQ7ABNm-u1v4y6oc3sHoOgwU&redir_esc=v#v=onepage&q=graph&f=false Diakses pada 5 Desember 2022.
- [4] Munir, Rinaldi. 2022. *Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon (Bag. 1)*. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf> Diakses pada 5 Desember 2022.
- [5] Munir, Rinaldi. 2022. *Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit: Pohon (Bag. 2)*. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2021-2022/Pohon-2021-Bag2.pdf> Diakses pada 5 Desember 2022.
- [6] Britannica, The Editors of Encyclopaedia. 2017. *Choir*. <https://www.britannica.com/art/choir-music> Diakses pada 5 Desember 2022.
- [7] Novitasari, Candra. 2022. Sejarah Paduan Suara : Pengertian, Jenis dan Klasifikasinya. <https://pelajarindo.com/sejarah-paduan-suara/> Diakses pada 10 Desember 2022.
- [8] Pakpahan, Binsar J. 2010. Klasifikasi dan Warna Suara. <http://binsarspeaks.net/?p=912> Diakses pada 10 Desember 2022.