

Aplikasi Pohon Keputusan untuk Menghitung Peluang Penyakit Buta Warna Akan Diwariskan

Johannes Winson Sukiatmodjo - 13520123

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13520123@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Permasalahan yang sering muncul dalam kehidupan masyarakat pada umumnya bisa ditafsirkan dengan salah satu dari banyak model matematika yang ada, dan tentunya bisa ditemukan solusi yang efisien terhadap sebuah permasalahan tersebut. Salah satu dari banyak model matematika yang dapat menyelesaikan banyak permasalahan adalah pohon keputusan. Dengan pohon keputusan, masyarakat akan lebih mudah memahami asal-usul penyakit buta warna yang diderita hanya dengan melihat gambar pohon keputusan dari semua kemungkinan yang akan terjadi.

Kata Kunci—Pohon Keputusan, Kombinatorial, Penyakit, Buta Warna, Keturunan.

I. PENDAHULUAN

Bidang ilmu informatika merupakan bidang ilmu yang dapat diterapkan dalam bidang ilmu apa pun yang bertujuan untuk menyederhanakan solusi yang telah ada, contohnya dalam bidang ilmu Biologi. Terdapat banyak hal yang berkaitan dengan ilmu Biologi yang dapat menerapkan kombinatorial, teori graf, ataupun pohon keputusan. Secara umum, penggunaan teori-teori ini dalam ilmu Biologi bertujuan untuk mempermudah visualisasi dalam pembacaan diagram. Ilmu Biologi yang akan dibahas dalam makalah ini berkaitan dengan kromosom manusia.

Dalam dunia ini, terdapat banyak macam penyakit yang menyerang manusia, mulai dari penyakit ringan sampai dengan penyakit kronis. Kita sebagai manusia pastinya selalu berharap untuk diberikan kesehatan dan dijauhkan dari segala penyakit. Namun, terdapat beberapa penyakit yang merupakan penyakit turunan yang diwariskan oleh orang tua dan beberapa diantaranya merupakan penyakit yang tidak dapat disembuhkan, salah satunya penyakit buta warna. Penurunan penyakit tersebut yang akan dibahas dalam makalah ini agar memberikan edukasi kepada masyarakat.

Pada umumnya, masyarakat tidak mau ambil pusing terhadap asal-usul penyakit turunan yang dideritanya. Padahal, hal ini penting untuk diketahui agar kedepannya kita dapat menurunkan kemungkinan penyakit turunan ini akan diwariskan kepada anak cucu kita. Dalam makalah ini, akan dijelaskan asal-usul penurunan penyakit buta warna yang mana merupakan salah satu jenis penyakit turunan. Diharapkan setelah membaca makalah ini, masyarakat akan jauh lebih memahami alur penurunan penyakit ini dan dapat menurunkan kemungkinan penurunan penyakit ini pada keturunannya.

II. LANDASAN TEORI

A. Kombinatorial

Kombinatorial adalah cabang matematika untuk menghitung (counting) jumlah penyusunan objek-objek tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan susunannya. Terdapat dua kaidah dasar menghitung dalam kombinatorial, yaitu:

1. Kaidah perkalian (rule of product)
Percobaan 1: p hasil
Percobaan 2: q hasil
Percobaan 1 dan percobaan 2: $p \times q$ hasil
2. Kaidah penjumlahan (rule of sum)
Percobaan 1: p hasil
Percobaan 2: q hasil
Percobaan 1 atau percobaan 2: $p + q$ hasil

Sebagai perluasan dari kaidah dasar menghitung dalam kombinatorial, misalkan ada n percobaan, masing-masing dengan p_i hasil

1. Kaidah perkalian (rule of product)
 $p_1 \times p_2 \times \dots \times p_n$ hasil
2. Kaidah penjumlahan (rule of sum)
 $p_1 + p_2 + \dots + p_n$ hasil

Permutasi adalah jumlah urutan berbeda dari pengaturan objek-objek. Menurut kaidah perkalian, permutasi dari n objek adalah

$$n(n-1)(n-2)\dots(2)(1) = n!$$

Permutasi r dari n elemen adalah jumlah kemungkinan urutan r buah elemen yang dipilih dari n buah elemen, dengan $r \leq n$, yang dalam hal ini, pada setiap kemungkinan urutan tidak ada elemen yang sama.

$$P(n, r) = n(n-1)(n-2)\dots(n-(r-1)) = \frac{n!}{(n-r)!}$$

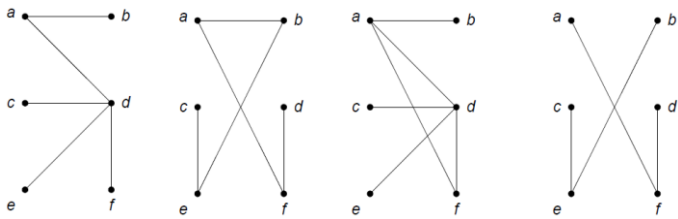
Kombinasi adalah bentuk khusus dari permutasi. Jika pada permutasi urutan kemunculan diperhitungkan, maka pada kombinasi urutan kemunculan diabaikan. Secara umum, jumlah cara memasukkan r buah bola yang berwarna sama ke dalam n buah kotak adalah

$$\frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-(r-1))}{r!} = \frac{n!}{r!(n-r)!} = C(n, r)$$

Kombinasi r elemen dari n elemen, atau $C(n, r)$, adalah jumlah pemilihan yang tidak terurut r elemen yang diambil dari n buah elemen.

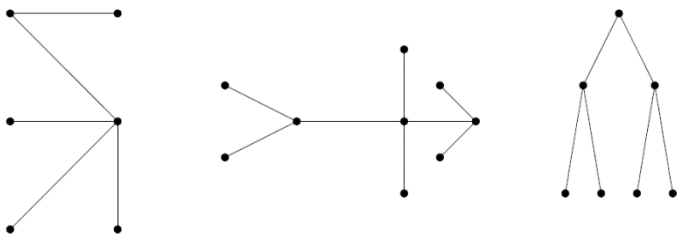
B. Pohon

Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit.



pohon pohon bukan pohon bukan pohon
 Gambar 2.1 Contoh pohon dan bukan pohon
 Sumber: Slide materi kuliah

Hutan (forest) adalah kumpulan pohon yang saling lepas atau graf tidak terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Setiap komponen di dalam graf tak terhubung tersebut adalah pohon.

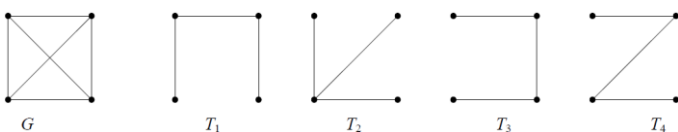


Gambar 2.2 Hutan yang terdiri dari tiga buah pohon
 Sumber: Slide materi kuliah

Untuk sifat-sifat (properti) pohon, misalkan $G = (V, E)$ adalah graf tak-berarah sederhana dan jumlah simpulnya n . Maka, semua pernyataan di bawah ini adalah ekuivalen:

1. G adalah pohon.
2. Setiap pasang simpul di dalam G terhubung dengan lintasan tunggal.
3. G terhubung dan memiliki $m = n - 1$ buah sisi.
4. G tidak mengandung sirkuit dan memiliki $m = n - 1$ buah sisi.
5. G tidak mengandung sirkuit dan penambahan satu sisi pada graf akan membuat hanya satu sirkuit.
6. G terhubung dan semua sisinya adalah jembatan (jembatan adalah sisi yang bila dihapus menyebabkan graf terpecah menjadi dua komponen).

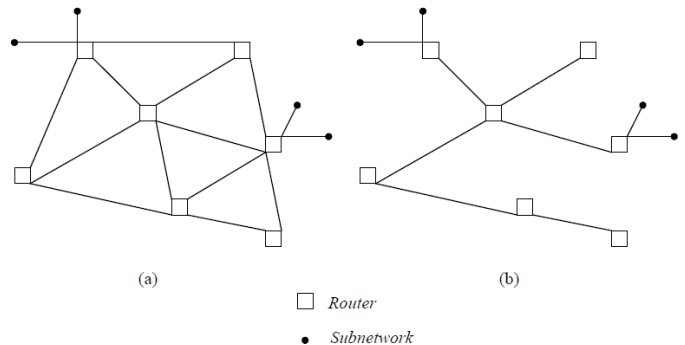
Pohon merentang (spanning tree) dari graf terhubung adalah upagraf merentang yang berupa pohon. Pohon merentang diperoleh dengan memotong sirkuit di dalam graf.



Gambar 2.3 Contoh pohon merentang
 Sumber: Slide materi kuliah

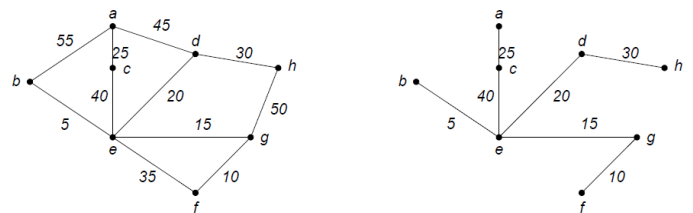
Setiap graf terhubung mempunyai paling sedikit satu buah pohon merentang. Graf tak-terhubung dengan k komponen

mempunyai k buah pohon merentang yang disebut hutan merentang (spanning forest). Terdapat beberapa contoh dari aplikasi pohon merentang, yaitu penentuan jumlah ruas jalan seminimum mungkin yang menghubungkan semua kota sehingga setiap kota tetap terhubung satu sama lain serta perutean (routing) pesan pada jaringan komputer.



Gambar 2.4 (a) Jaringan komputer, (b) Pohon merentang multicast
 Sumber: Slide materi kuliah

Pohon merentang minimum (minimum spanning tree) adalah pohon merentang yang berbobot minimum.



Gambar 2.5 Contoh pohon merentang minimum
 Sumber: Slide materi kuliah

Terdapat dua algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan pohon merentang minimum, yaitu algoritma Prim dan algoritma Kruskal. Langkah-langkah ketika menggunakan algoritma Prim yaitu:

1. ambil sisi dari graf G yang berbobot minimum, masukkan ke dalam T .
2. pilih sisi (u, v) yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul di T , tetapi (u, v) tidak membentuk sirkuit di T . Masukkan (u, v) ke dalam T .
3. ulangi langkah 2 sebanyak $n - 2$ kali.

procedure Prim(input G : graf, output T : pohon)
 { Membentuk pohon merentang minimum T dari graf terhubung-berbobot G .

Masukan: graf-berbobot terhubung $G = (V, E)$, dengan $|V| = n$
 Keluaran: pohon rentang minimum $T = (V, E')$

Deklarasi
 i, p, q, u, v : integer

Algoritma
 Cari sisi (p, q) dari E yang berbobot terkecil
 $T \leftarrow \{(p, q)\}$
 for $i \leftarrow 1$ to $n-2$ do
 Pilih sisi (u, v) dari E yang bobotnya terkecil namun bersisian dengan simpul di T , dan tidak membentuk sirkuit
 $T \leftarrow T \cup \{(u, v)\}$
 endfor

Pohon merentang yang dihasilkan tidak selalu unik meskipun bobotnya tetap sama. Hal ini terjadi jika ada beberapa sisi yang akan dipilih berbobot sama. Langkah-langkah ketika menggunakan algoritma Kruskal yaitu:

1. sisi-sisi dari graf sudah diurut menaik berdasarkan bobotnya – dari bobot kecil ke bobot besar
2. T masih kosong
3. pilih sisi (u, v) dengan bobot minimum yang tidak membentuk sirkuit di T. Tambahkan (u, v) ke dalam T.
4. ulangi langkah 2 sebanyak $n - 1$ kali.

```
procedure Kruskal(input G : graf, output T : pohon)
{ Membentuk pohon merentang minimum T dari graf terhubung -
berbobot G.
```

```
Masukan: graf-berbobot terhubung  $G = (V, E)$ , dengan  $|V| = n$ 
Keluaran: pohon rentang minimum  $T = (V, E')$ 
}
```

Deklarasi

i, p, q, u, v : integer

Algoritma

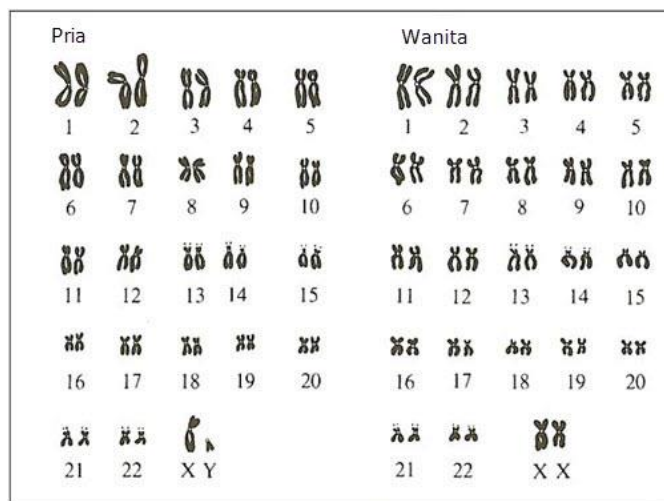
(Asumsi: sisi-sisi dari graf sudah diurut menaik berdasarkan bobotnya – dari bobot kecil ke bobot besar)

```
T ← {}
while jumlah sisi T < n-1 do
  Pilih sisi (u,v) dari E yang bobotnya terkecil
  if (u,v) tidak membentuk siklus di T then
    T ← T ∪ {(u,v)}
  endif
endfor
```

C. Kromosom Manusia

Kromosom adalah struktur yang bentuknya bisa diibaratkan seperti tali dan terdapat di dalam nukleus atau inti sel. Di dalamnya, ada protein serta satu buah molekul DNA. Komponen inilah yang bisa membuat manusia memiliki kemiripan karakteristik secara fisik dengan orang tua, namun dengan ciri khasnya sendiri. Nama kromosom atau chromosome, diambil dari bahasa Yunani kuno, yaitu chroma yang artinya warna dan soma yang artinya tubuh. Para peneliti memilih kata-kata tersebut sebagai nama kromosom karena kromosom adalah tubuh atau struktur dari sel, dan struktur ini diwarnai dengan pewarna khusus saat penelitian dilakukan. Tidak hanya manusia, hewan dan tumbuhan pun memiliki kromosom. Hanya saja, jumlah dan karakteristiknya berbeda.

Normalnya, jumlah kromosom dalam setiap sel manusia adalah 23 pasang atau 46 buah, dengan 1 pasang di antaranya adalah kromosom seks yang menentukan jenis kelamin manusia. Sementara 22 pasang lainnya disebut kromosom autosomal. Kromosom manusia berpasang-pasangan, dengan setengah berasal dari ibu dan setengahnya lagi berasal dari ayah. Pria dan wanita memiliki kromosom seks yang berbeda. Kromosom seks pada pria, terdiri dari 1 kromosom X dan 1 kromosom Y (XY). Sedangkan wanita memiliki dua kromosom X (XX). Kromosom X didapatkan dari ibu, sedangkan ayah bisa menyumbangkan kromosom X maupun Y. Ini berarti, kromosom yang diturunkan dari ayahlah yang akan menentukan apakah sang anak akan terlahir sebagai laki-laki atau perempuan.



sumber: <https://www.dravet-syndrome.com/en/3-causes/24-basic-science/24-chromosomes-genes-and-dna>

Gambar 2.6 Kromosom manusia

Sumber: <https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id>

Di dalam kromosom, posisi DNA mengelilingi komponen serupa protein yang disebut sebagai histon. Bentuk kromosom yang sedemikian rupa inilah yang memungkinkan DNA melilit histon agar bisa muat dalam sel-sel. Agar tubuh manusia bisa tumbuh dengan sempurna, sel harus rutin membelah diri untuk memproduksi sel-sel baru yang bisa menggantikan sel-sel lama yang sudah rusak. Lagi-lagi, peran kromosom kembali dibutuhkan. Fungsi kromosom manusia yang utama adalah untuk memastikan bahwa DNA tetap berada di tempatnya saat terjadi pembelahan sel, sehingga bisa terbagi rata antarsel. Kromosom juga berperan dalam memastikan proses duplikasi DNA terjadi dengan tepat.

D. Penyakit Buta Warna

Buta warna adalah kondisi di mana penglihatan manusia tidak mampu melihat warna secara wajar. Kondisi ini terkadang disebut juga dengan defisiensi warna. Sekitar 250 juta penduduk di dunia memiliki kelainan ini. Penderita penyakit buta warna tidak dapat membedakan warna-warna tertentu. Biasanya, warna-warna yang sulit dibedakan oleh penderita buta warna adalah hijau, merah, dan terkadang biru. Kondisi ini terkadang tidak akan menimbulkan masalah kesehatan yang berarti. Kebanyakan penderitanya akan terbiasa dengan keadaan tersebut seiring dengan berjalannya waktu. Namun, pada beberapa orang, penyakit buta warna dapat memengaruhi kegiatan sehari-hari. Misalnya, penderita buta warna akan kesulitan membedakan warna makanan, obat-obatan, atau rambu lalu lintas. Buta warna juga menyebabkan penderitanya memiliki pilihan karir yang terbatas. Beberapa pekerjaan seperti pilot, tentara, dan polisi mengharuskan kandidatnya bebas dari penyakit buta warna.

Kebanyakan kasus buta warna yang ditemukan adalah kondisi genetik. Itu artinya, penderita buta warna mendapatkan kondisi tersebut melalui keturunan keluarga. Penyakit ini lebih banyak ditemukan pada pria. Namun, pada beberapa kasus, perempuan juga memiliki peluang mengalami kondisi ini. Buta warna adalah penyakit keturunan yang biasanya diwariskan dari orang tua. Umumnya, penyakit ini diturunkan dari ibu ke anak laki-

lakinya. Hal ini disebabkan karena perempuan biasanya menjadi pembawa kelainan genetik tersebut. Perempuan yang membawa kelainan genetik belum tentu akan mengidap penyakit buta warna. Namun, ada kemungkinan ia akan melahirkan bayi dengan kondisi tersebut. Lebih lanjut lagi, laki-laki yang menderita buta warna memiliki peluang kecil menurunkan penyakit tersebut ke anaknya. Kecuali, ia memiliki pasangan perempuan yang menjadi pembawa kelainan genetik buta warna. Namun, tidak menutup kemungkinan buta warna terjadi akibat beberapa penyakit tertentu (acquired). Beberapa kondisi kesehatan yang berpotensi menyebabkan buta warna adalah diabetes, glaukoma, dan multiple sclerosis.

Genotipe	Fenotipe
$X^B X^B$	Wanita normal
$X^B X^b$	Wanita carier
$X^b X^b$	Wanita buta warna
$X^B Y$	Pria normal
$X^b Y$	Pria buta warna

Gambar 2.7 Genotipe dan fenotipe buta warna
 Sumber: <https://roboguru.ruangguru.com>

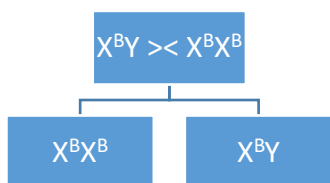
III. APLIKASI POHON KEPUTUSAN UNTUK MENGHITUNG PELUANG PENYAKIT BUTA WARNA AKAN DIWARISKAN

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab dua, terdapat dua tipe pria, yaitu pria normal dan pria buta warna. Untuk wanita, terdapat tiga tipe wanita, yaitu wanita normal, wanita carier, dan wanita buta warna. Dengan menerapkan kaidah perkalian (rule of product) dalam kombinatorial, akan didapatkan beberapa kombinasi sebagai berikut.

- pria ada dua kemungkinan
- wanita ada tiga kemungkinan
- total kombinasi pasangan yang dapat dibentuk berjumlah $2 \times 3 = 6$ pasangan

Keenam pasangan tersebut akan diulas secara rinci sebagai berikut.

A. Pria Normal Menikah dengan Wanita Normal



Gambar 3.1 Pohon keputusan untuk pria normal yang menikah dengan wanita normal
 Sumber: Dokumen pribadi

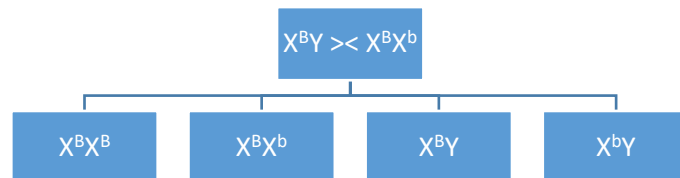
Maksud dari gambar di atas adalah pria memiliki dua kromosom (X^B dan Y) sedangkan wanita memiliki satu

kromosom (X^B). Dengan menerapkan kaidah perkalian (rule of product) dalam kombinatorial, akan didapatkan beberapa kombinasi sebagai berikut.

- pria ada dua kemungkinan
- wanita ada satu kemungkinan
- total kombinasi pasangan kromosom yang dapat dibentuk berjumlah $2 \times 1 = 2$ pasangan kromosom

Dua pasangan kromosom tersebut adalah $X^B X^B$ dan $X^B Y$. Hasil yang dapat kita peroleh yaitu ketika pria normal menikah dengan wanita normal, keturunan yang akan mereka dapatkan adalah 50% wanita normal dan 50% pria normal.

B. Pria Normal Menikah dengan Wanita Carier



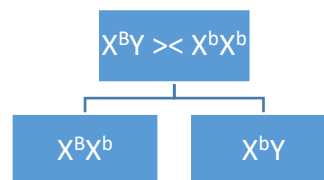
Gambar 3.2 Pohon keputusan untuk pria normal yang menikah dengan wanita carier
 Sumber: Dokumen pribadi

Maksud dari gambar di atas adalah pria memiliki dua kromosom (X^B dan Y) dan wanita memiliki dua kromosom (X^B dan X^b). Dengan menerapkan kaidah perkalian (rule of product) dalam kombinatorial, akan didapatkan beberapa kombinasi sebagai berikut.

- pria ada dua kemungkinan
- wanita ada dua kemungkinan
- total kombinasi pasangan kromosom yang dapat dibentuk berjumlah $2 \times 2 = 4$ pasangan kromosom

Empat pasangan kromosom tersebut adalah $X^B X^B$, $X^B X^b$, $X^B Y$, dan $X^b Y$. Hasil yang dapat kita peroleh yaitu ketika pria normal menikah dengan wanita carier, keturunan yang akan mereka dapatkan adalah 25% wanita normal, 25% wanita carier, 25% pria normal, dan 25% pria buta warna.

C. Pria Normal Menikah dengan Wanita Buta Warna



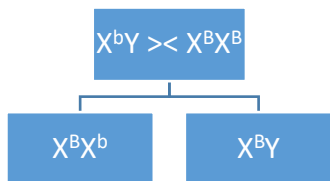
Gambar 3.3 Pohon keputusan untuk pria normal yang menikah dengan wanita buta warna
 Sumber: Dokumen pribadi

Maksud dari gambar di atas adalah pria memiliki dua kromosom (X^B dan Y) sedangkan wanita memiliki satu kromosom (X^b). Dengan menerapkan kaidah perkalian (rule of product) dalam kombinatorial, akan didapatkan beberapa kombinasi sebagai berikut.

- pria ada dua kemungkinan
- wanita ada satu kemungkinan
- total kombinasi pasangan kromosom yang dapat

dibentuk berjumlah $2 \times 1 = 2$ pasangan kromosom. Dua pasangan kromosom tersebut adalah $X^B X^b$ dan $X^b Y$. Hasil yang dapat kita peroleh yaitu ketika pria normal menikah dengan wanita buta warna, keturunan yang akan mereka dapatkan adalah 50% wanita carier dan 50% pria buta warna.

D. Pria Buta Warna Menikah dengan Wanita Normal



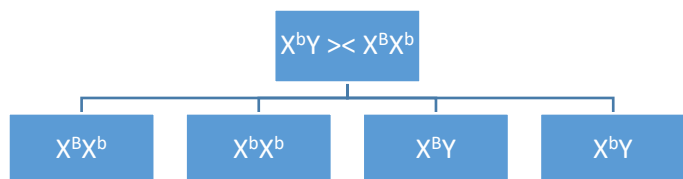
Gambar 3.4 Pohon keputusan untuk pria buta warna yang menikah dengan wanita normal
Sumber: Dokumen pribadi

Maksud dari gambar di atas adalah pria memiliki dua kromosom (X^b dan Y) sedangkan wanita memiliki satu kromosom (X^B). Dengan menerapkan kaidah perkalian (rule of product) dalam kombinatorial, akan didapatkan beberapa kombinasi sebagai berikut.

- pria ada dua kemungkinan
- wanita ada satu kemungkinan
- total kombinasi pasangan kromosom yang dapat dibentuk berjumlah $2 \times 1 = 2$ pasangan kromosom

Dua pasangan kromosom tersebut adalah $X^B X^b$ dan $X^B Y$. Hasil yang dapat kita peroleh yaitu ketika pria buta warna menikah dengan wanita normal, keturunan yang akan mereka dapatkan adalah 50% wanita carier dan 50% pria normal.

E. Pria Buta Warna Menikah dengan Wanita Carier



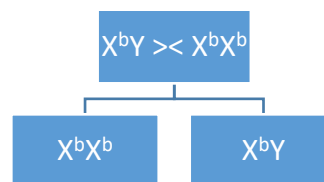
Gambar 3.5 Pohon keputusan untuk pria buta warna yang menikah dengan wanita carier
Sumber: Dokumen pribadi

Maksud dari gambar di atas adalah pria memiliki dua kromosom (X^b dan Y) dan wanita memiliki dua kromosom (X^B dan X^b). Dengan menerapkan kaidah perkalian (rule of product) dalam kombinatorial, akan didapatkan beberapa kombinasi sebagai berikut.

- pria ada dua kemungkinan
- wanita ada dua kemungkinan
- total kombinasi pasangan kromosom yang dapat dibentuk berjumlah $2 \times 2 = 4$ pasangan kromosom

Empat pasangan kromosom tersebut adalah $X^B X^b$, $X^b X^b$, $X^B Y$, dan $X^b Y$. Hasil yang dapat kita peroleh yaitu ketika pria buta warna menikah dengan wanita carier, keturunan yang akan mereka dapatkan adalah 25% wanita carier, 25% wanita buta warna, 25% pria normal, dan 25% pria buta warna.

F. Pria Buta Warna Menikah dengan Wanita Buta Warna



Gambar 3.6 Pohon keputusan untuk pria buta warna yang menikah dengan wanita buta warna
Sumber: Dokumen pribadi

Maksud dari gambar di atas adalah pria memiliki dua kromosom (X^b dan Y) sedangkan wanita memiliki satu kromosom (X^b). Dengan menerapkan kaidah perkalian (rule of product) dalam kombinatorial, akan didapatkan beberapa kombinasi sebagai berikut.

- pria ada dua kemungkinan
- wanita ada satu kemungkinan
- total kombinasi pasangan kromosom yang dapat dibentuk berjumlah $2 \times 1 = 2$ pasangan kromosom

Dua pasangan kromosom tersebut adalah $X^b X^b$ dan $X^b Y$. Hasil yang dapat kita peroleh yaitu ketika pria buta warna menikah dengan wanita buta warna, keturunan yang akan mereka dapatkan adalah 50% wanita buta warna dan 50% pria buta warna.

IV. KESIMPULAN

Kombinatorial dan pohon keputusan sangat berguna dalam menentukan semua kemungkinan penurunan penyakit buta warna ini. Berdasarkan bab tiga, kita bisa lihat bahwa pria normal yang menikah dengan wanita normal tidak akan terjadi penurunan penyakit buta warna secara genetik. Namun, ketika pria buta warna menikah dengan wanita buta warna akan menghasilkan keturunan yang 100% akan menderita penyakit buta warna. Oleh karena itu, penulis sangat menyarankan agar wanita carier ataupun penderita penyakit buta warna untuk menikah dengan orang normal dikarenakan untuk memperkecil kemungkinan penyakit ini diturunkan kepada anak cucu kita.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama, penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis bisa menyelesaikan tugas makalah ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ulfa selaku dosen mata kuliah Matematika Diskrit, yang selama ini telah membimbing dalam pembelajaran Matematika Diskrit dan selalu mengingatkan akan pengerjaan tugas makalah ini. Tidak lupa juga penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir yang selama satu semester ini selalu menyediakan materi perkuliahan, latihan-latihan soal untuk kuis maupun ujian, dan lain sebagainya di website yang sudah disediakan beliau yang tentunya berguna dalam proses pembelajaran Matematika Diskrit ini.

REFERENSI

- [1] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Kombinatorial-2020-Bagian1.pdf>. Diakses pada 11 Desember 2021 pukul 17.14.
- [2] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>. Diakses pada 11 Desember 2021 pukul 19.37.
- [3] <https://www.sehatq.com/artikel/mengenal-kromosom-manusia-si-pemberi-ciri-khas-di-wajah-dan-tubuh-kita>. Diakses pada 11 Desember 2021 pukul 23.06.
- [4] <https://hellosehat.com/mata/gangguan-penglihatan/buta-warna-penyakit-keturunan/>. Diakses pada 11 Desember 2021 pukul 23.55.

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, 13 November 2021



Johannes Winson Sukiatmodjo
13520123