

Aplikasi Pohon dalam Penentuan Golongan Darah Manusia

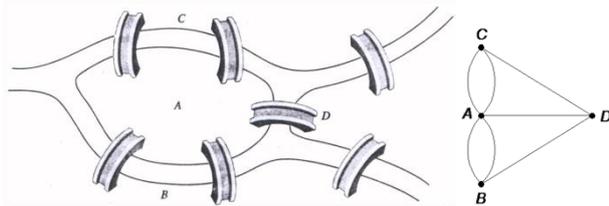
Wiko Putrawan (13509066)
 Program Studi Teknik Informatika
 Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
 Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
 13509066@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Setiap manusia memiliki golongan darah. Ada 4 macam golongan darah pada manusia, yaitu A, B, AB, dan O. Dalam dunia kedokteran, pengklasifikasian golongan darah manusia dilakukan dengan pengujian darah manusia dengan antigen A dan antigen B. Dalam sistem tersebut, salah satu cabang dari Struktur Diskrit yaitu pohon dapat diaplikasikan untuk mengidentifikasi golongan darah seseorang. Selain itu, pohon juga dapat digunakan untuk memverifikasi kebenaran dari orang tua suatu anak.

Kata Kunci—pohon, golongan darah, determinasi, antigen, klasifikasi.

I. PENDAHULUAN

Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Graf pertama kali digunakan pada permasalahan jembatan Königsberg pada tahun 1736. [4]



Gambar I-1. Masalah jembatan Königsberg

Graf yang merepresentasikan jembatan Königsberg antara lain adalah simpul (*vertex*) yang menyatakan daratan dan sisi (*edge*) yang menyatakan jembatan.

Struktur pohon adalah struktur yang penting dalam bidang informatika, yang memungkinkan kita untuk mengorganisasi informasi berdasarkan suatu struktur logik dan memungkinkan cara akses yang khusus terhadap suatu elemen. Contoh persoalan yang tepat untuk direpresentasikan sebagai pohon adalah pohon keputusan, pohon keluarga dan klasifikasi dalam botani, serta pohon sintaks dan pohon ekspresi aritmatika.

Golongan darah adalah ciri khusus darah dari suatu individu karena adanya perbedaan jenis karbohidrat dan protein pada permukaan membran sel darah merah. Dua jenis penggolongan darah yang paling penting adalah penggolongan ABO dan Rhesus (faktor Rh). Di dunia ini sebenarnya dikenal sekitar 46 jenis antigen selain antigen ABO dan Rh, hanya saja lebih jarang dijumpai. Transfusi darah dari golongan yang tidak kompatibel dapat menyebabkan reaksi transfusi imunologis yang berakibat

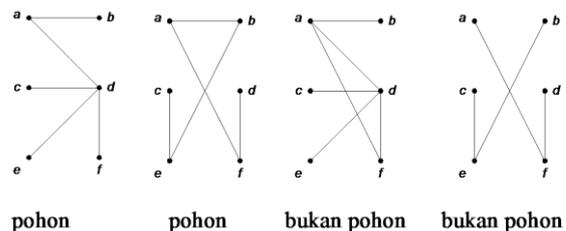
anemia hemolisis, gagal ginjal, syok, dan kematian. [1]

Golongan darah juga bisa berfungsi sebagai bukti verifikasi anak dari suatu pasangan. Hal ini dikarenakan golongan darah anak terdiri dari kombinasi golongan darah kedua orang tuanya.

II. DASAR TEORI

A. Pohon

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



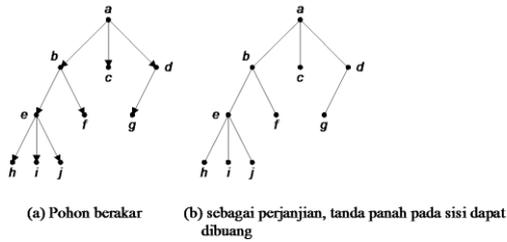
Gambar II.A-1. Identifikasi Pohon

Teorema sifat-sifat (properti) pohon adalah 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 $m = n - 1$ 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.

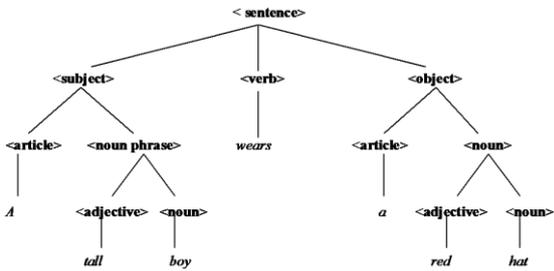
Teorema di atas dapat dikatakan sebagai definisi lain dari pohon.[4]

Pohon yang satu buah simpulnya diperlakukan sebagai akar dan sisi-sisinya diberi arah sehingga menjadi graf berarah dinamakan pohon berakar (*rooted tree*).[4]



(a) Pohon berakar (b) sebagai perjanjian, tanda panah pada sisi dapat dibuang
Gambar II.A-2. Identifikasi pohon berakar

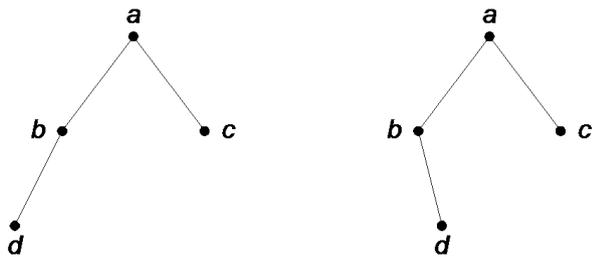
Pohon berakar yang setiap simpul cabangnya mempunyai paling banyak n buah anak disebut pohon n -ary.



Gambar II.A-3. Pohon parsing dari kalimat *A tall boy wears a red hat*

Pohon n -ary dikatakan teratur dan penuh (full) jika setiap simpul cabangnya mempunyai tepat n anak.[4]

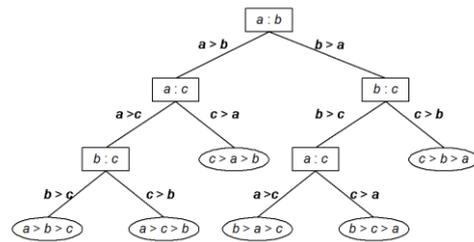
Pohon biner (*binary tree*) adalah pohon n -ary dengan $n = 2$. Pohon biner adalah pohon yang paling penting karena banyak aplikasinya. Setiap simpul di dalam pohon biner mempunyai paling banyak 2 buah anak. Pada pohon biner dibedakan antara anak kiri (*left child*) dan anak kanan (*right child*). Karena ada perbedaan urutan anak, maka pohon biner adalah pohon terurut. [4]



Gambar II.A-4. Dua pohon biner yang berbeda

Salah satu dari terapan pohon biner adalah pohon keputusan. Pada pohon keputusan, suatu kondisi tertentu dicapai setelah memenuhi keadaan-keadaan yang dibutuhkan. Pohon keputusan sering juga digunakan sebagai sebuah permodelan masalah untuk mencapai suatu solusi tertentu.

Contoh pohon keputusan dapat dilihat pada gambar pohon dibawah ini. [5]



Gambar II.A-5. Pohon keputusan untuk mengurutkan 3 buah elemen

Pada pohon di atas terlihat bahwa untuk sampai pada kondisi tertentu, dibutuhkan beberapa kondisi yang harus dipenuhi. Misalkan $a = 1$, $b = 6$, dan $c = 5$. Pada akar, pertama-tama kita bandingkan dulu nilai a dengan b . Karena $b > a$, maka kita bandingkan lagi nilai b dengan c . Karena $b > c$, maka langkah terakhir adalah membandingkan nilai a dengan c . Karena $c > a$, maka sampailah kita pada keputusan bahwa $b > c > a$.

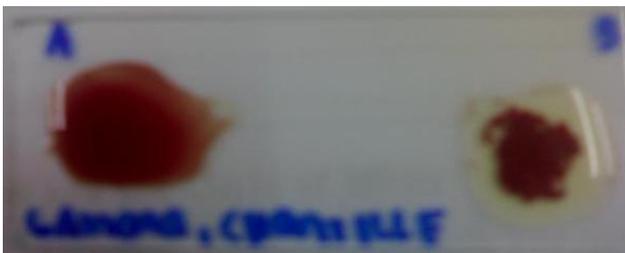
B. Golongan darah

Golongan darah manusia ditentukan berdasarkan jenis antigen dan antibodi yang terkandung dalam darahnya. Berikut adalah cara pengidentifikasian golongan darah manusia dengan menggunakan antigen A dan antigen B. [1]

1. Individu dengan golongan darah A memiliki sel darah merah dengan antigen A di permukaan membran selnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen B dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah A-positif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah A atau O dan orang dengan golongan darah A-negatif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah A-negatif atau O-negatif.
2. Individu dengan golongan darah B memiliki sel darah merah dengan antigen B di permukaan membran selnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen A dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah B-positif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah B atau O dan orang dengan golongan darah B-negatif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah B-negatif atau O-negatif.
3. Individu dengan golongan darah AB memiliki sel darah merah dengan antigen A dan B serta tidak menghasilkan antibodi terhadap antigen A maupun B. Sehingga, orang dengan golongan darah AB-positif dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah ABO apapun dan disebut *resipien universal*. Namun, orang dengan golongan darah AB-positif tidak dapat mendonorkan darah kecuali pada sesama AB-positif. Orang dengan golongan darah AB-negatif dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah ABO-negatif apapun. Namun, orang dengan golongan darah AB-negatif tidak dapat mendonorkan darah kecuali pada sesama AB-negatif.

4. Individu dengan golongan darah O memiliki sel darah tanpa antigen, tapi memproduksi antibodi terhadap antigen A dan B. Sehingga, orang dengan golongan darah O-negatif dapat mendonorkan darahnya kepada orang dengan golongan darah ABO apapun dan disebut *donor universal*. Namun, orang dengan golongan darah O-negatif hanya dapat menerima darah dari sesama O-negatif. Orang dengan golongan darah O-positif dapat mendonorkan darahnya kepada orang dengan golongan darah ABO-positif. Namun, orang dengan golongan darah O-positif dapat menerima darah dari sesama O.

Reaksi yang terjadi jika golongan darah A direaksikan dengan antigen B atau golongan darah B direaksikan dengan antigen A adalah terjadinya penggumpalan darah. Gambar hasil reaksi yang terjadi jika golongan darah A direaksikan dengan antigen A dan antigen B adalah sebagai berikut.



Gambar II.B-1. (a) A + antigen A (b) A + antigen B

Jenis penggolongan darah lain yang cukup dikenal adalah dengan memanfaatkan *faktor Rhesus* atau *faktor Rh*. Nama ini diperoleh dari monyet jenis Rhesus yang diketahui memiliki faktor ini pada tahun 1940 oleh Karl Landsteiner. Seseorang yang tidak memiliki faktor Rh di permukaan sel darah merahnya memiliki golongan darah Rh-. Mereka yang memiliki faktor Rh pada permukaan sel darah merahnya disebut memiliki golongan darah Rh+. Jenis penggolongan ini seringkali digabungkan dengan penggolongan ABO. Golongan darah O+ adalah yang paling umum dijumpai, meskipun pada daerah tertentu golongan A lebih dominan, dan ada pula beberapa daerah dengan 80% populasi dengan golongan darah B. [1]

Kecocokan faktor Rhesus amat penting karena ketidakcocokan golongan. Misalnya donor dengan Rh+ sedangkan resipiennya Rh- dapat menyebabkan produksi antibodi terhadap antigen Rh(D) yang mengakibatkan hemolisis. Hal ini terutama terjadi pada perempuan yang pada atau di bawah usia melahirkan karena faktor Rh dapat mempengaruhi janin pada saat kehamilan. [1]

Kecocokan golongan darah di atas dapat dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel B-1. Tabel kococokan RBC

Gol. darah resipien	Donor harus			
	AB+	Golongan darah manapun		
AB-	O-	A-	B-	AB-
A+	O-	O+	A-	A+
A-	O-	A-		
B+	O-	O+	B-	B+
B-	O-	B-		
O+	O-	O+		
O-	O-			

C. Kunci determinasi

Berikut ini adalah ilmu yang sering digunakan dalam bidang kimia dan biologi khususnya dalam hal pengelompokan makhluk hidup. Namun, ilmu ini sedikit banyak juga terdapat dalam hal pengklasifikasian golongan darah.

Kunci determinasi digunakan untuk mencari nama tumbuhan atau hewan yang belum diketahui. Kunci determinasi yang baik adalah kunci yang dapat digunakan dengan mudah, cepat serta hasil yang diperoleh tepat. Pada umumnya kunci disusun secara menggarpu (*dikotom*), memuat ciri-ciri yang bertentangan satu sama lain. Artinya, apabila suatu makhluk hidup memiliki ciri-ciri yang satu, berarti ciri yang lain pasti gugur. Dikenal dua macam kunci determinasi, yaitu kunci determinasi bertakik (*Indented Key*) dan kunci determinasi paralel (*Bracketed Key*). [2]

Berikut ini adalah contoh kunci determinasi yang diaplikasikan dalam penggolongan darah manusia menggunakan antigen A, antigen B, dan antigen Rh(D).

Pertanyaan :

1. Reaksi terhadap antigen A?
 - a. Terbentuk gumpalan → lanjut ke (2)
 - b. Tidak bereaksi → lanjut ke (3)
2. Reaksi terhadap antigen B?
 - a. Terbentuk gumpalan → lanjut ke (4)
 - b. Tidak bereaksi → lanjut ke (5)
3. Reaksi terhadap antigen B?
 - a. Terbentuk gumpalan → lanjut ke (6)
 - b. Tidak bereaksi → lanjut ke (7)
4. Reaksi terhadap antigen Rh(D)?
 - a. Terjadi hemolisis → gol. darah O-
 - b. Tidak bereaksi → gol. darah O+
5. Reaksi terhadap antigen Rh(D)?
 - a. Terjadi hemolisis → gol. darah B-
 - b. Tidak bereaksi → gol. darah B+
6. Reaksi terhadap antigen Rh(D)?
 - a. Terjadi hemolisis → gol. darah A-
 - b. Tidak bereaksi → gol. darah A+

7. Reaksi terhadap antigen Rh(D)?
 - a. Terjadi hemolisis → gol. darah AB-
 - b. Tidak bereaksi → gol. darah AB+

III. APLIKASI POHON

A. Pengidentifikasian golongan darah

Golongan darah manusia dapat dideteksi dengan mereaksikan sampel darah dengan antigen A dan antigen B. Namun, cara ini hanya dapat mendeteksi penggolongan darah ABO. Pada saat sekarang ini, jenis penggolongan lain yang cukup dikenal adalah dengan memanfaatkan faktor Rhesus atau faktor Rh. Faktor Rh ini diidentifikasi dengan mereaksikan sampel darah dengan antigen Rh(D). Jika terjadi hemolisis, maka golongan darahnya Rh-, tetapi jika tidak terjadi reaksi maka golongan darahnya Rh+.

Tiap-tiap golongan darah mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Hal ini yang membuat kita bisa mengidentifikasi golongan darah seseorang dengan beberapa indikator yang sesuai.

Berikut ini adalah tabel karakteristik tiap-tiap golongan darah dengan indikator antigen A, antigen B, dan antigen Rh(D).

Tabel III.A-1. Karakteristik golongan darah

Gol. darah	antigen A	antigen B	antigen Rh(D)
A+	-	+	+
A-	-	+	-
B+	+	-	+
B-	+	-	-
AB+	-	-	+
AB-	-	-	-
O+	+	+	+
O-	+	+	-

Keterangan :

- (+) : bereaksi
 (-) : tidak bereaksi

B. Kunci determinasi

Pada kunci determinasi ini, penerapannya menggunakan pohon. Pemodelan kasus penggolongan darah dapat dilihat pada pohon yang terletak pada Lampiran 1. Pohon ini menunjukkan alur penentuan golongan darah dengan memperhatikan terjadi atau tidaknya reaksi antara sampel darah dengan indikator-indikator. Jenis pohon ini adalah pohon keputusan.

Penggunaan pohon ini biasa digunakan untuk mengidentifikasi golongan darah setelah direaksikan dengan antigen A, antigen B, dan antigen Rh(D). Kunci determinasi yang digunakan sedikit banyak mirip dengan penggunaan kode Huffman, tetapi tidak menggunakan angka biner untuk membuat kode ASCII.

C. Realisasi fungsi pohon dalam bahasa algoritmik

Pohon keputusan di atas dapat direalisasikan dalam bentuk algoritma seperti yang terlampir dalam Lampiran 2.

D. Fungsi golongan darah sebagai bukti verifikasi anak

Golongan darah bisa juga digunakan untuk menunjukkan kebenaran seorang anak dengan kedua orang tuanya. Darah terdiri dari gen-gen penyusun yang bersesuaian dengan golongan darahnya. Orang dengan golongan darah A mempunyai 2 kemungkinan gen penyusun darah yaitu $I^{A}I^{A}$ atau $I^{A}I^{O}$. Begitu juga dengan golongan darah B yaitu $I^{B}I^{B}$ atau $I^{B}I^{O}$. Golongan darah AB dan O hanya mempunyai satu kombinasi gen yaitu $I^{A}I^{B}$ untuk golongan darah AB dan $I^{O}I^{O}$ untuk golongan darah O.

Misalkan suatu anak lahir dari pasangan yang bergolongan darah A dan A, maka kombinasi yang mungkin adalah dari $I^{A}I^{A} \times I^{A}I^{A}$ atau $I^{A}I^{A} \times I^{A}I^{O}$ atau $I^{A}I^{O} \times I^{A}I^{O}$. Dan hasil kombinasi yang mungkin dari ketiga kombinasi di atas adalah $I^{A}I^{A}$, $I^{A}I^{O}$, atau $I^{O}I^{O}$, yang mengakibatkan golongan darah anak dari pasangan tersebut antara A atau O.

Secara umum, tabel pewarisan golongan darah kepada anak dapat dilihat dari pada tabel di bawah ini. [1]

Tabel III.D-1 Tabel Pewarisan golongan darah kepada anak

	O	A	B	AB
O	O	O, A	O, B	A, B
A	O, A	O, A	O, A, B, AB	A, B, AB
B	O, B	O, A, B, AB	O, B	A, B, AB
AB	A, B	A, B, AB	A, B, AB	A, B, AB

E. Realisasi tabel pewarisan

Untuk perealisasi tabel pewarisan, pertama-tama dibutuhkan prosedur untuk mengkonversikan tipe golongan darah menjadi gen, seperti A menjadi $I^{A}I^{A}$ atau $I^{A}I^{O}$, B menjadi $I^{B}I^{B}$ atau $I^{B}I^{O}$, AB menjadi $I^{A}I^{B}$, dan O menjadi $I^{O}I^{O}$. Setelah itu masuk dalam algoritma yang mengkombinasikan gen-gen golongan darah menjadi gen baru. Yang terakhir konversikan kembali seluruh hasil gen kombinasi ke dalam golongan darah untuk menghasilkan semua kemungkinan golongan darah. Algoritma pembentuknya dapat dilihat pada lampiran 3.

IV. KESIMPULAN

1. Penggolongan darah manusia terdiri dari 2 macam penggolongan yaitu penggolongan ABO yang terdiri dari golongan darah A, B, AB, dan O, serta penggolongan Rhesus yang terdiri dari Rh+ dan Rh-.
2. Salah satu penerapan ilmu Struktur Diskrit terdapat dalam ilmu Biologi, yaitu penggunaan pohon dalam pengklasifikasian golongan darah manusia.
3. Dengan memanfaatkan kunci determinasi, penggolongan darah manusia dapat dibentuk ke dalam pohon keputusan.

IV. TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Rinaldi Munir, M.T., dosen pembimbing IF2091 Struktur Diskrit Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi

Bandung dan pihak-pihak yang turut membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan makalah ini

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.

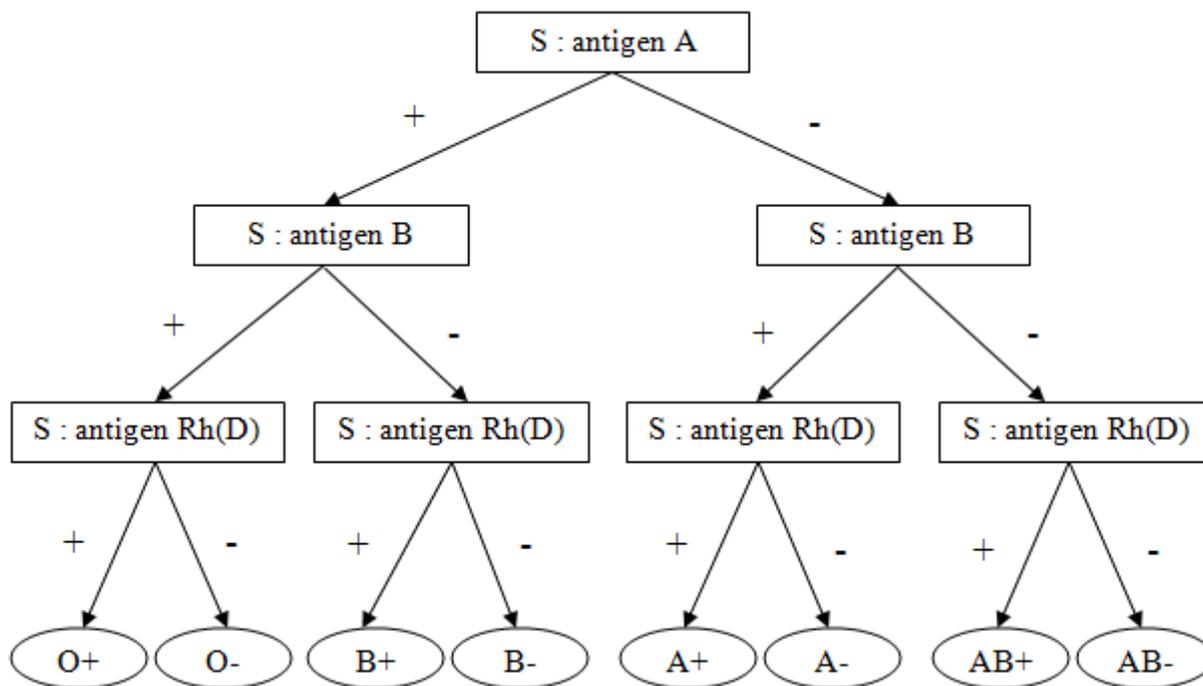
Bandung, 17 Desember 2010

Wiko Putrawan (13509066)

REFERENCES

- [1] http://id.wikipedia.org/wiki/Golongan_darah diakses tanggal 10 Desember 2010 pukul 16.32
- [2] http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/biologi-pertanian/penelitian-dalam-biologi/kunci-determinasi/ diakses tanggal 13 Desember 2010 pukul 18.00
- [3] Liem, Inggriani. 2008. *Draft Diktat Struktur Data* (Edisi 2008). Bandung: Program Studi Teknik Informatika.
- [4] Munir, Rinaldi. 2003. *Diktat Kuliah IF2091 Struktur Diskrit*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika.

LAMPIRAN



Keterangan :
 S : sampel darah seseorang
 (+) : terjadi reaksi
 (-) : tidak bereaksi

Lampiran 1. Pohon keputusan penggolongan darah

```

procedure Gol_Darah (output GD : string)
{ Mengeluarkan hasil identifikasi golongan darah setelah diberi 3 buah input berdasarkan indikator pengujinya }

```

```

Kamus Lokal
  a, b, c : character

```

```

Algoritma
  output ("Apakah sampel bereaksi dengan antigen A?")
  input (a)
  if (a='y') then

```

```

output("Apakah sampel bereaksi dengan antigen B?")
input(b)
if (b='y') then
    output("Apakah sampel bereaksi dengan antigen Rh(D)?")
    input(c)
    if (c='y') then
        GD ← O+
    else
        GD ← O-
else
    output("Apakah sampel bereaksi dengan antigen Rh(D)?")
    input(c)
    if (c='y') then
        GD ← B+
    else
        GD ← B-
else
    output("Apakah sampel bereaksi dengan antigen B?")
    input(b)
    if (b='y') then
        output("Apakah sampel bereaksi dengan antigen Rh(D)?")
        input(c)
        if (c='y') then
            GD ← A+
        else
            GD ← A-
    else
        output("Apakah sampel bereaksi dengan antigen Rh(D)?")
        input(c)
        if (c='y') then
            GD ← AB+
        else
            GD ← AB-

```

Lampiran 2. Realisasi fungsi pohon

```

procedure darah_anak (input A, B : string; output GD : string)
{ A dan B adalah golongan darah kedua orang tua, GD adalah kemungkinan golongan darah anak }

```

Kamus Lokal

```

genA, genB , gen_hasil : string;

```

```

procedure Get_Gen (input x : string; output gen : string)
{ menghasilkan gen dari golongan darah x }

```

```

procedure combine (input gen1, gen2 : string; output gen : string)
{ menghasilkan kombinasi gen dari gen1 dan gen2 }

```

```

procedure Get_Gol (input gen : string; output x : string)
{ menghasilkan golongan darah x dari gen }

```

Algoritma

```

Get_Gen (A, genA); { mengkonversikan golongan darah A ke bentuk gen }
Get_Gen (B, genB); { mengkonversikan golongan darah B ke bentuk gen }
combine (genA, genB, gen_hasil); { kombinasi kedua gen }
Get_Gol (gen_hasil, GD); { konversi ke bentuk golongan darah }

```

Lampiran 3. Realisasi tabel pewarisan