Praktikum 16

Tree (Struktur Pohon)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah melakukan praktikum dalam bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mampu membuat struktur pohon (tree) dengan menggunakan array.
2. Mampu membuat flowchart pembentukan tree dengan menggunakan struktur data list.
3. Mampu mengimplementasikan tree sesuai flowchart yang sudah dibuat.

B. DASAR TEORI

Struktur pohon (tree) biasanya digunakan untuk menggambarkan hubungan yang bersifat hirarkis antara elemen-elemen yang ada. Contoh penggunaan struktur pohon :

- Silsilah keluarga
- Hasil pertandingan yang berbentuk turnamen
- Struktur organisasi dari sebuah perusahaan

B.1 Pohon Biner (*Binary Tree*)

Sebuah binary tree adalah sebuah pengorganisasian secara hirarki dari beberapa buah simpul, dimana masing-masing simpul tidak mempunyai anak lebih dari 2. Simpul yang berada di bawah sebuah simpul dinamakan anak dari simpul tersebut. Simpul yang berada di atas sebuah simpul dinamakan induk dari simpul tersebut.

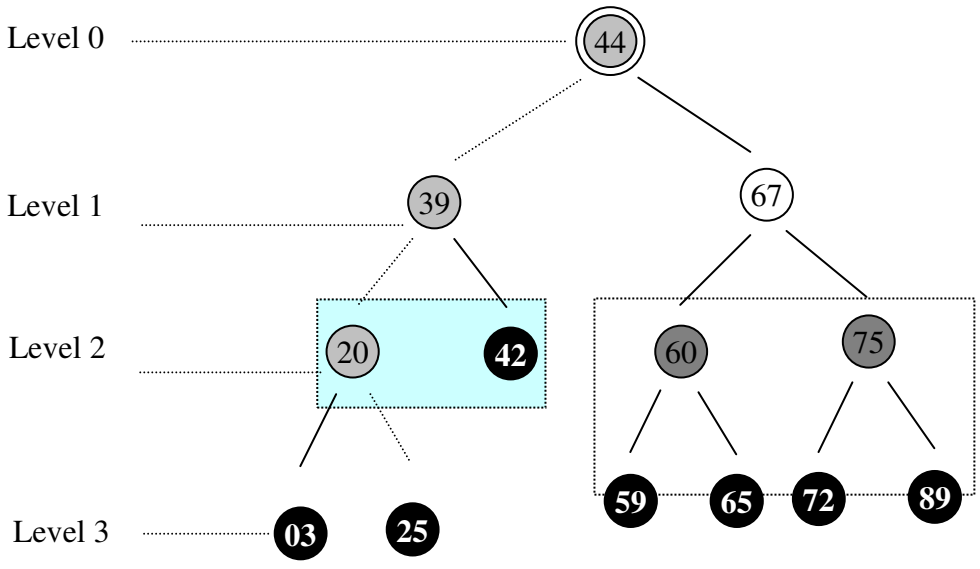
Masing-masing simpul dalam binary tree terdiri dari tiga bagian yaitu sebuah data dan dua buah pointer yang dinamakan pointer kiri dan kanan.

Simpul juga mempunyai *sibling, descendants*, dan *ancestors*. ***Sibling*** dari sebuah simpul adalah anak lain dari induk simpul tersebut. ***Descendants*** dari sebuah simpul adalah semua simpul-simpul merupakan cabang (berada di bawah) simpul tersebut. ***Anchestors*** dari sebuah simpul adalah semua simpul yang berada di atas antara simpul tersebut dengan *root*. Penampilan dari sebuah tree akan ditampilkan dengan berat dari tree tersebut, angka yang menunjukkan jumlah level yang ada di dalamnya.

Tingkat suatu simpul ditentukan dengan pertama kali menentukan akar sebagai bertingkat 1. Jika suatu simpul dinyatakan sebagai tingkat N, maka simpul-simpul yang merupakan anaknya akan berada pada tingkatan N + 1.

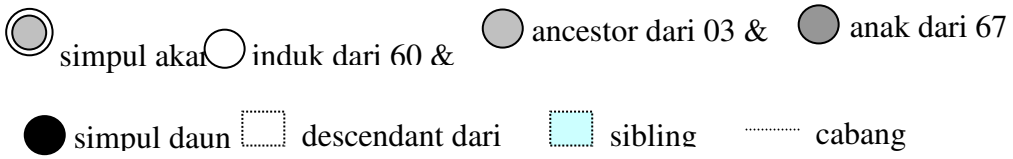
Tinggi atau kedalaman dari suatu pohon adalah tingkat maksimum dari simpul dalam pohon dikurangi dengan 1.

Selain tingkat, juga dikenal istilah derajad (degree) dari suatu simpul. Derajad suatu simpul dinyatakan sebagai banyaknya anak atau turunan dari simpul tersebut.



Gambar 16.1 Ilustrasi Sebuah Pohon Biner (*Binary Tree*)

Keterangan:

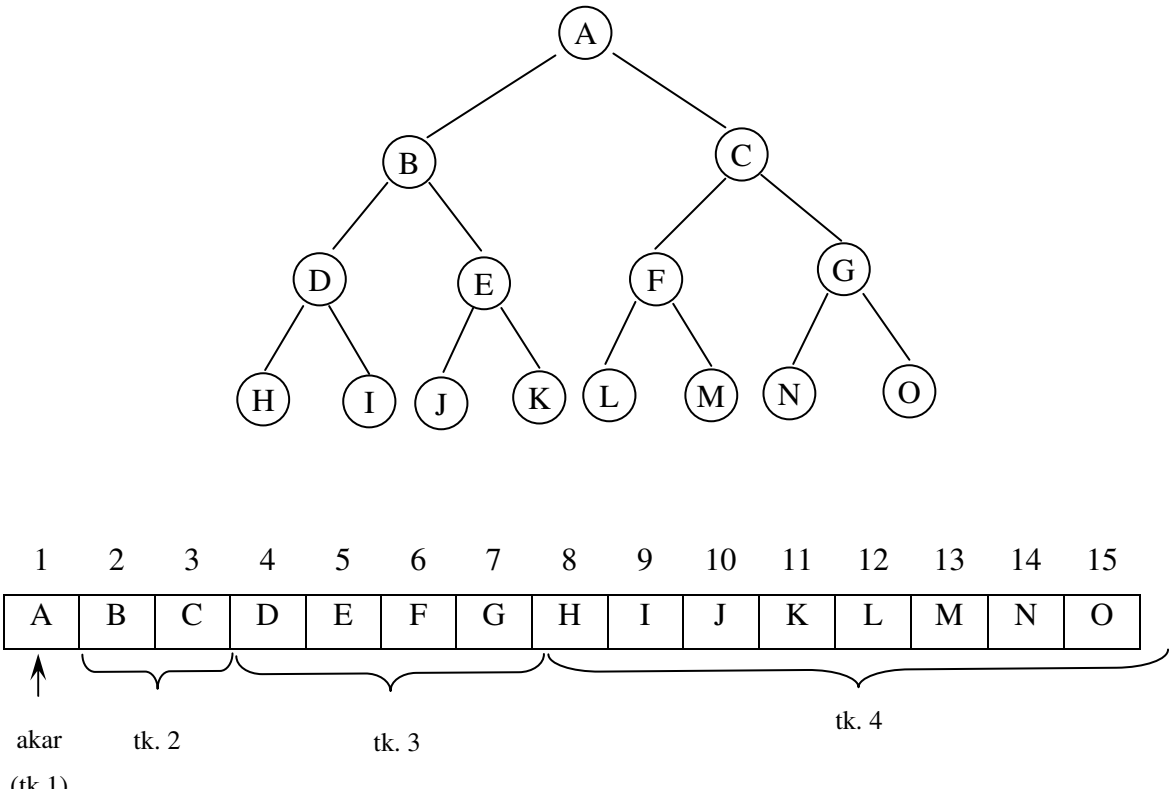


B.2 Deklarasi Pohon

B.2.1 Penyajian Dengan Array

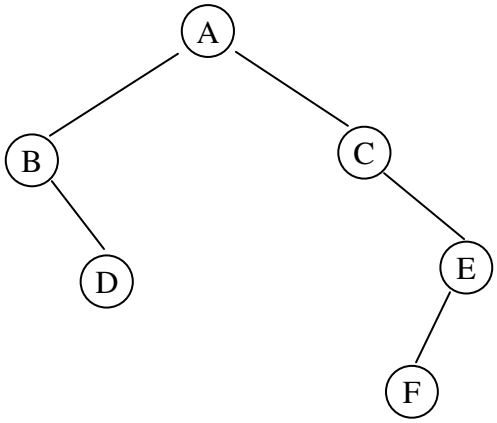
Pohon biner dapat disajikan secara berurutan dengan menggunakan array atau file. Untuk itu diperlukan adanya satu aturan tertentu dengan mengingat definisi pohon biner. Pohon yang mempunyai kedalaman N mempunyai simpul maksimum $2^{(N-1)}$, dengan N adalah kedalaman simpul. Sebagai contoh pohon dengan kedalaman 4, mempunyai simpul secara keseluruhan (dari tingkat 1 sampai dengan 4) adalah 15 buah.

Dengan demikian, penyajian pohon biner secara berurutan dalam sebuah array adalah sebagai berikut. Akar pohon (simpul tingkat pertama) selalu menempati elemen pertama array. Simpul-simpul tingkat 2 diletakkan sebagai elemen ke-2 dan 3. Simpul-simpul pada tingkat 3 diletakkan sebagai elemen ke-4, 5, 6, 7. Simpul-simpul tingkat 4 diletakkan sebagai elemen ke-8 sampai ke-15.



Gambar 16.2 Ilustrasi Penyajian Tree dengan Array

Cara penyimpanan seperti ini hanya baik jika pohon binernya berupa pohon biner lengkap. Jika pohon binernya tidak lenkap, pemakaian memori tidak efisien.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	B	C		D		E							F	

Gambar 16.3 Contoh Penyajian Pohon Biner Menggunakan Array yang Tidak Efisien

B.2.2 Penyajian Dengan Linked List

Simpul dalam pohon biner dapat disajikan dengan list sebagai berikut:

Kiri	Info	Kanan

Deklarasi struktur pohon :

```
typedef char TypeInfo;
typedef struct Simpul *Tree;
struct Simpul {
  TypeInfo Info;
  tree Kiri,     /* cabang kiri */
  tree Kanan;           /* cabang kanan */
};
```

B.3 Pembentukan Pohon Biner

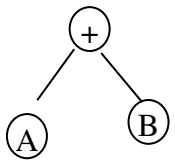
Diketahui suatu persamaan

(A + B) * ((B – C) + D)

Lihat pembentukan tree pada contoh table diatas dengan ketentuan sebagai berikut :

- Buatlah dua buah stack, tumpukan operator dan tumpukan operand.

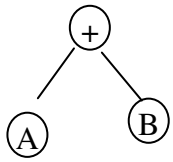
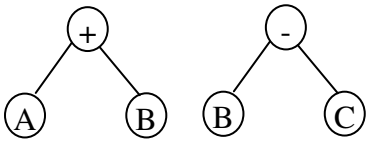
1. Baca ungkapan dalam notasi infix, misalnya S, tentukan panjang ungkapan tersebut, misalnya N karakter, siapkan sebuah stack kosong dan siapkan derajad masing-masing operator, misalnya: ^ berderajad 3, * dan / berderajad 2, + dan – berderajad 1 dan (berderajad 0.
2. Dimulai dari i = 0 sampai N-1 kerjakan langkah-langkah sebagai berikut:
   a. R = S[I]
   b. Test nilai R. Jika R adalah:
   - (1) Bila karakter yang dibaca berupa operator (‘+’, ‘-‘, ‘*’, ‘/’) dan tanda ‘(‘ maka masukkan karakter tersebut ke stack operator. Buat `Simpul` dengan `Info` adalah karakter operator tersebut dengan `Kiri` dan `Kanan` bernilai null.
   - (2) Bila karakter yang dibaca berupa operand ‘A’ .. ‘Z’ maka masukkan ke stack operand. Buat `Simpul` dengan `Info` adalah karakter operand tersebut dengan `Kiri` dan `Kanan` bernilai null.
   - (3) Bila karakter yang dibaca adalah tanda ‘(‘ lakukan hal berikut :
     - Pop stack operator, `Simpul` ini sebagai simpul induk.
     - Pada stack operand, lakukan :
       - Pop ujung stack, simpul ini sebagai simpul kanan simpul induk.
       - Pop ujung stack, simpul ini sebagai simpul kiri simpul induk.
     - Kemudian masukkan simpul tersebut ke stack operand

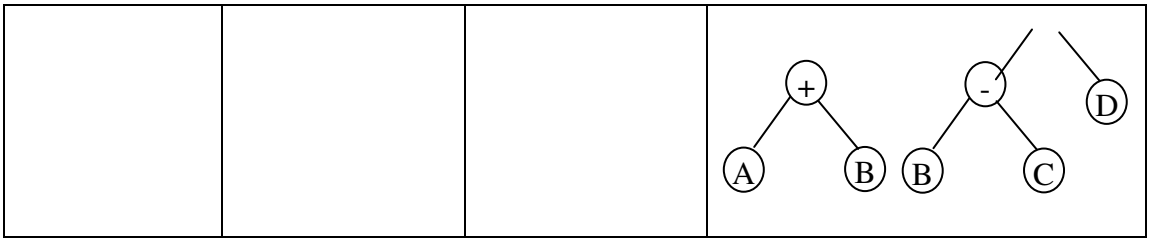


- Lakukan proses ini jika di stack operator, terdapat Simpul dengan Info operator. Jika di stack operator adalah Simpul dengan info '(', maka pop isi stack operator.

c. Jika di akhir, isi stack operand dan operator belum kosong, maka lakukan langkah b3, sampai isi stack operand dan operator kosong.

Maka pembentukan pohon biner dapat dilihat pada table di bawah ini:

Karakter yang dibaca	**Tumpukan operator**	**Tumpukan operand**	**Pohon biner yang terbentuk**
(	(		
A	(	A	
+	(+	A	
B	(+	AB	
)		+	
*	*	+	
(	*(	+	
(	*((	+	
B	*((	+B	
-	*((-	+B	
C	*((-	+BC	
)	(*	+-	
+	*(+	+-	
D	*(+	+-D	
)	*	++	

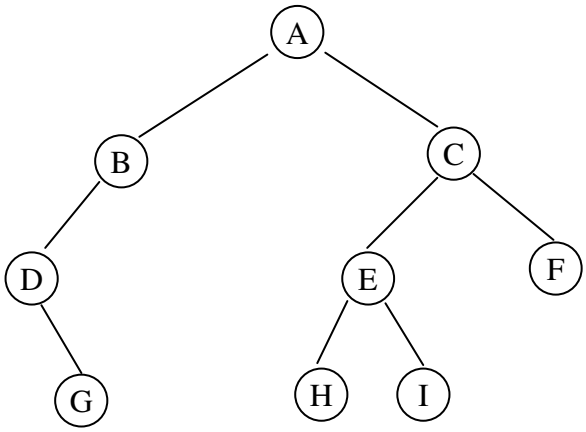


B.4 Metode Traversal

Proses traversing dari sebuah binary tree artinya melakukan kunjungan pada setiap simpul pada suatu pohon biner tepat satu kali. Kunjungan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu kunjungan secara preorder, inorder, dan secara postorder. Selain itu, berdasarkan kedudukan setiap simpul dalam pohon, juga bisa dilakukan kunjungan secara levelorder. Ketiga macam kunjungan yang pertama bisa dilaksanakan secara rekursif.

B.4.1 Kunjungan Preorder

Kunjungan preorder dilakukan dengan mencetak simpul yang dikunjungi, kunjungan cabang kiri, dan kunjungan cabang kanan. Untuk lebih jelasnya perhatikan pohon biner pada gambar 11.4.



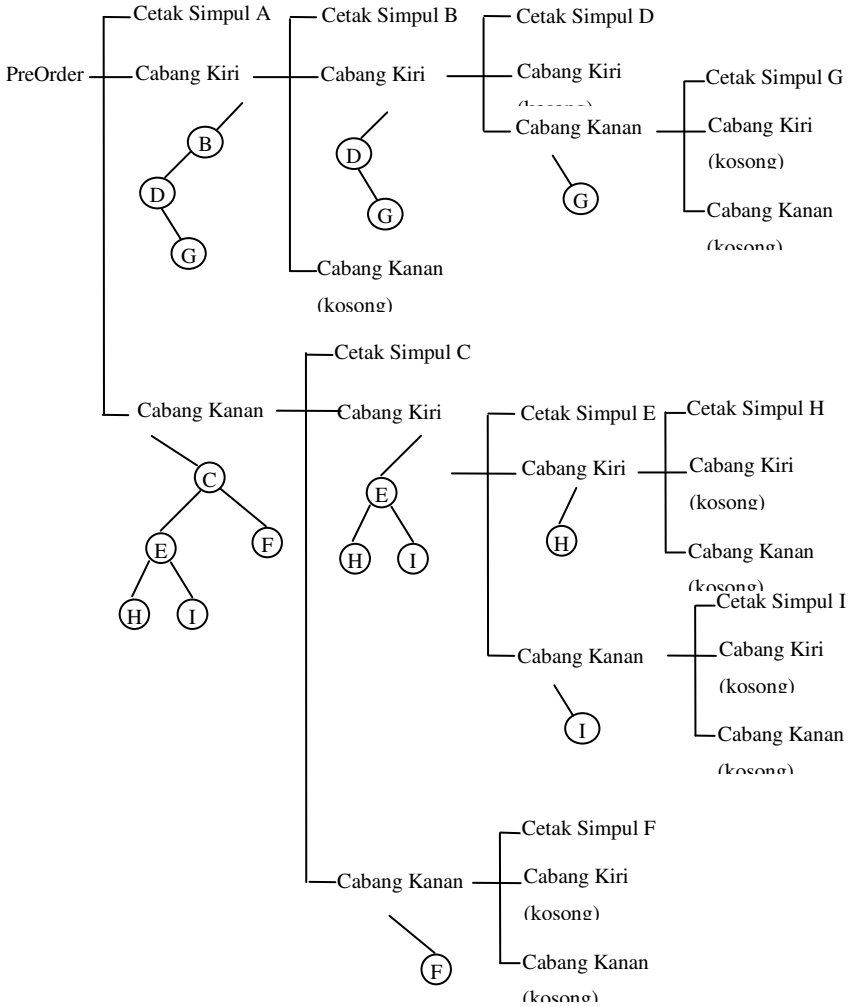
Gambar 16.4 Contoh Pohon Biner

Kunjungan preorder, juga disebut dengan *depth first order*, menggunakan urutan:

- Cetak isi simpul yang dikunjungi
- Kunjungi cabang kiri

- Kunjungi cabang kanan

Dari gambar 10.5 nampak pelacakan kunjungan PreOrder. Hasil dari pelacakan kunjungan secara PreOrder tersebut akan didapatkan hasil 'ABDGCEHIF'.



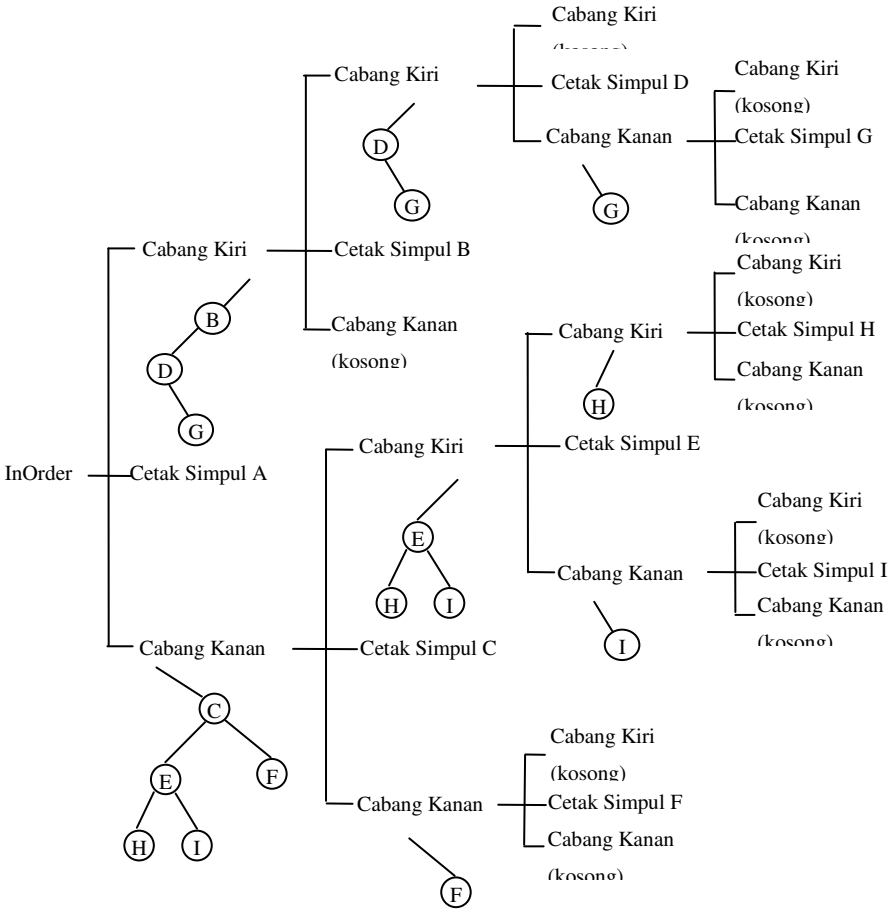
Gambar 16.5 Kunjungan PreOrder dari pohon biner pada Gambar 10.4

B.4.2 Kunjungan Inorder

Kunjungan secara inorder, juga sering disebut dengan *symmetric order*, menggunakan urutan:

- Kunjungi cabang kiri
- Cetak isi simpul yang dikunjungi
- Kunjungi cabang kanan

Dari gambar 10.6 nampak pelacakan kunjungan InOrder. Hasil dari pelacakan kunjungan secara InOrder tersebut akan didapatkan hasil 'DGBAHEICF'.



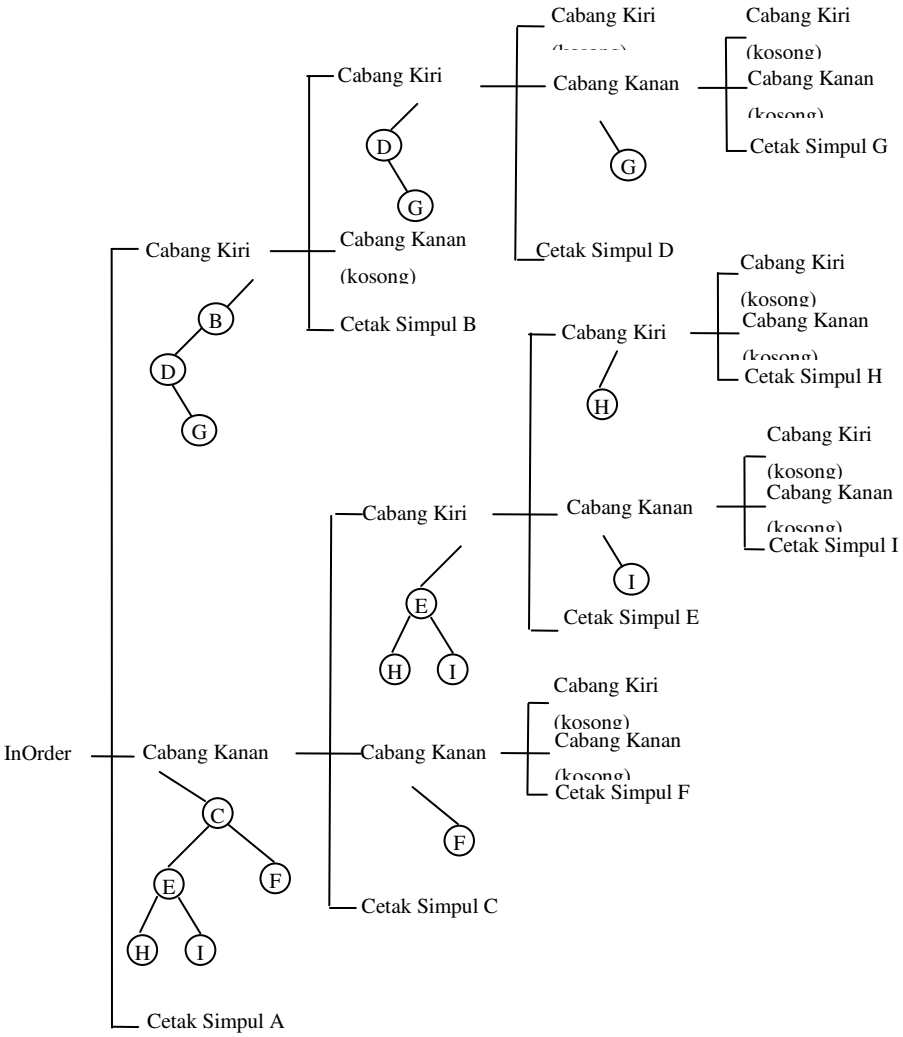
Gambar 16.6 Kunjungan InOrder dari pohon biner pada Gambar 10.4

B.4.3 Kunjungan Postorder

Kunjungan secara postorder menggunakan urutan:

- Kunjungi cabang kiri
- Kunjungi cabang kanan
- Cetak isi simpul yang dikunjungi

Dari gambar 10.7 nampak pelacakan kunjungan PostOrder. Hasil dari pelacakan kunjungan secara PostOrder tersebut akan didapatkan hasil 'GDBHIEFCA'.



Gambar 16.7 Kunjungan PostOrder dari pohon biner pada Gambar 10.4

C. TUGAS PENDAHULUAN

Pada dasarnya pembentukan pohon (tree) menggunakan implementasi tumpukan (stack) dengan double linked list. Buatlah flowchart untuk pembentukan pohon biner untuk suatu persamaan yang diinputkan (asumsi : persamaan yang diinputkan harus selalu benar). Lihat pembentukan tree pada contoh table diatas dengan ketentuan sebagai berikut :

- Buatlah dua buah stack, tumpukan operator dan tumpukan operand.

1. Baca ungkapan dalam notasi infix, misalnya S, tentukan panjang ungkapan tersebut, misalnya N karakter, siapkan sebuah stack kosong dan siapkan

derajad masing-masing operator, misalnya: ^ berderajad 3, * dan / berderajad 2, + dan – berderajad 1 dan (berderajad 0.

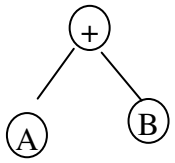
2. Dimulai dari i = 0 sampai N-1 kerjakan langkah-langkah sebagai berikut:

   d. R = S[I]

   e. Test nilai R. Jika R adalah:

   - (1) Bila karakter yang dibaca berupa operator (‘+’, ‘-‘, ‘*’, ‘/’) dan tanda ‘(‘ maka masukkan karakter tersebut ke stack operator. Buat `Simpul` dengan `Info` adalah karakter operator tersebut dengan `Kiri` dan `Kanan` bernilai null.
   - (2) Bila karakter yang dibaca berupa operand ‘A’ .. ‘Z’ maka masukkan ke stack operand. Buat `Simpul` dengan `Info` adalah karakter operand tersebut dengan `Kiri` dan `Kanan` bernilai null.
   - (3) Bila karakter yang dibaca adalah tanda ‘(‘ lakukan hal berikut :

     - Pop stack operator, `Simpul` ini sebagai simpul induk.
     - Pada stack operand, lakukan :
       - Pop ujung stack, simpul ini sebagai simpul kanan simpul induk.
       - Pop ujung stack, simpul ini sebagai simpul kiri simpul induk.
     - Kemudian masukkan simpul tersebut ke stack operand



     - Lakukan proses ini jika di stack operator, terdapat Simpul dengan Info operator. Jika di stack operator adalah Simpul dengan info ‘(‘, maka pop isi stack operator.

   f. Jika di akhir, isi stack operand dan operator belum kosong, maka lakukan langkah b3, sampai isi stack operand dan operator kosong.

D. PERCOBAAN

1. Buatlah workspace untuk praktikum Struktur Data dengan menggunakan Visual C++.
2. Buatlah project untuk praktikum KESEPULUH.
3. Cobalah untuk masing-masing percobaan di bawah ini.
4. Implementasikan flowchart yang anda buat pada Tugas Pendahuluan.

Percobaan 1 : Membangun Tree Baru

Tree ini dibangun dengan aturan :

- Simpul awal akan menjadi root
- Simpul kiri(anak kiri) dari simpul orang tua memiliki nilai lebih kecil dibandingkan nilai dari simpul orang tua.
- Simpul kanan(anak kanan) dari simpul orang tua memiliki nilai lebih besar dibandingkan nilai dari simpul orang tua.

Selanjutnya melakukan proses traversal Tree dengan inorder, preorder dan postorder.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

typedef struct tree *pohon;

/* Deklarasi dari tree dengan menggunakan linked list */
struct tree{
     char info;
     pohon kiri;
     pohon kanan;
};

/* Fungsi untuk membuat simpul yang pertama */
pohon baru(char hrf)
{
     pohon br;
     br=(pohon)malloc(sizeof(struct tree));
     br->info=hrf;
     br->kiri=NULL;
     br->kanan=NULL;
     return (br);
}

/*
Fungsi untuk menyisipkan simpul pada tree yang sudah dibangun
*/

void sisip (pohon ph, pohon sp)
```

```
{
     pohon P,Q;
     P = ph;
     Q = ph;
     while((sp->info != ph->info)&&(Q!=NULL))
     {
          P = Q;
          if (sp->info < P->info)
                Q = P->kiri;
          Else
                Q = P->kanan;
     }
     if(sp->info == P->info)
          printf("Sudah ada");
     else
          if(sp->info < P->info)
                P->kiri=sp;
          Else
                P->kanan=sp;
     }

 /*
 Fungsi-fungsi untuk metode traversal secara rekurs
 */

void preorder(pohon ph)
{
     if (ph != NULL)
     {
          printf("%c ", ph->info);
          preorder(ph->kiri);
          preorder(ph->kanan);
     }
}

void inorder(pohon ph)
{
     if (ph != NULL)
     {
          inorder(ph->kiri);
          printf("%c ", ph->info);
          inorder(ph->kanan);
     }
}

void postorder(pohon ph)
{
     if (ph != NULL)
     {
          postorder(ph->kiri);
          postorder(ph->kanan);
          printf("%c ", ph->info);
     }
}
```

```
main()
{
     int j=0;char input,jawab[2];
     pohon br, ssp;
     while(1)
     {
          printf("Ketikkan huruf :");scanf("%c",&input);
          fflush(stdin);
          if (j==0) br = baru(input);
          else
          {
               ssp = baru(input);
               sisip(br,ssp);
          }
          printf("Ada data lagi(y/t):"); scanf("%s",&jawab);
          fflush(stdin)
          if((strcmp(jawab,"Y")==0)||(strcmp(jawab,"y")==0))
          {
               j++;continue;
          }
          Else
if((strcmp(jawab,"T")==0)||(strcmp(jawab,"t")==0))
               break;
     }
     preorder(br); printf("\n");
     inorder(br); printf("\n");
     postorder(br);
}
```

E. LATIHAN

1. Implementasikan tree untuk persamaan matematika seperti yang ada dalam Dasar Teori, yang mana flowchart-nya sudah anda buat dalam Tugas Pendahuluan, dengan langkah sebagai berikut:
   a) Buatlah struktur data stack untuk tumpukan operator.
   b) Buatlah struktur data stack untuk tumpukan operand.
   c) Buatlah struktur data tree seperti pada dasar teori.
   d) Pada program utama inputkan persamaan yang akan dibentuk tree nya :
      i) POHON BINER UNTUK PERSAMAAN MATEMATIKA
      ii) Inputkan Persamaan : _
   e) Buatlah prosedur InitializeStack untuk inisialisasi tumpukan operator dan tumpukan operand.
   f) Buatlah prosedur InitializeTree untuk inisialisasi pohon yang dibentuk.
   g) Buatlah fungsi Empty untuk memeriksa apakah stack dalam keadaan kosong.

h) Buatlah fungsi Full untuk memeriksa apakah stack dalam keadaan penuh.

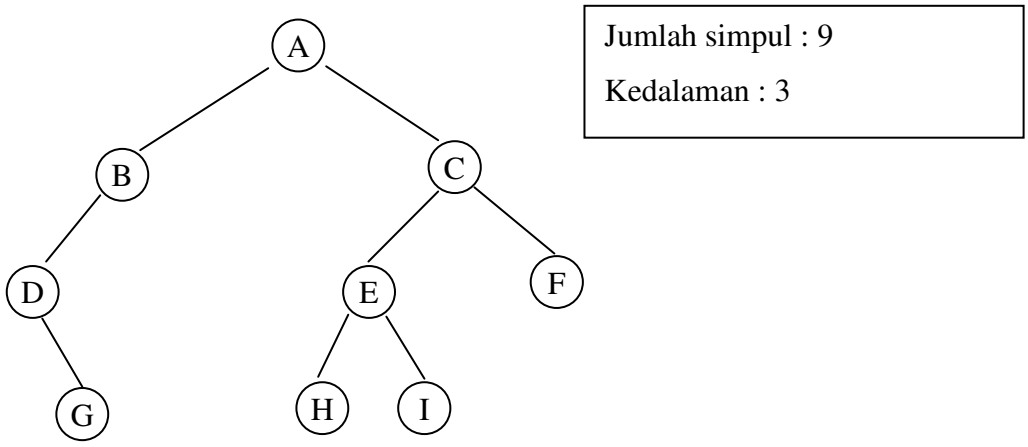
i) Buatlah prosedur Tree_Process untuk pembentukan tree.

j) Buatlah prosedur Tree_Preorder untuk menampilkan tree secara preorder.

k) Buatlah prosedur Tree_Postorder untuk menampilkan tree secara postorder.

2. Buatlah fungsi yang menampilkan isi dari tree dengan metode traversal tanpa proses rekursif.
3. Buatlah fungsi untuk mengetahui jumlah simpul di tree yang telah dibangun.
4. Buatlah fungsi untuk mengetahui kedalaman maksimum dari tree yang telah dibangun.

   Contoh untuk soal 3 – 4



F. LAPORAN RESMI

1. Kerjakan hasil percobaan(D) dan latihan(E) di atas dan tambahkan analisa.
2. Tuliskan kesimpulan dari percobaan dan latihan yang telah anda lakukan.