



# **STRUKTUR DATA**



## **Pointer dan Referensi**

# PENDAHULUAN

- **Pointer** merupakan salah satu fitur C++ yang relatif cukup berbahaya karena dapat mengakibatkan sistem operasi pada komputer menjadi “**crash**” (*rusak*).
- Penggunaan **pointer** dengan cara yang salah juga dapat menyebabkan “**bug**” yang sangat sulit untuk ditemukan pada program yang dibuat.

# VARIABEL POINTER

- ***Pointer*** dapat didefinisikan sebagai suatu ***variabel yang menyimpan alamat memori.***
- Apabila dideklarasikan sebuah variabel dengan tipe data tertentu, maka untuk mendapatkan alamat dari variabel tersebut adalah dengan menggunakan operator **&**
- Alamat inilah yang kemudian akan disimpan kedalam variabel yang bertipe ***pointer.***

# VARIABEL POINTER

- Untuk mendeklarasikan variabel sebagai ***pointer***, maka hanya ditambahkan ***tanda asterisk (\*)*** didepan nama variabelnya. Berikut ini adalah bentuk umum dari deklarasi variabel yang bertipe ***pointer*** :

```
tipe_data *nama_pointer;
```

# VARIABEL POINTER

- Pemberian spasi pada ***tanda asterik (\*)*** tidak akan mengubah arti, dengan demikian penulisan seperti sebelumnya bisa diganti dengan :

```
tipe_data* nama_pointer; atau  
tipe_data * nama_pointer;
```

# VARIABEL POINTER

- Tipe data tersebut berguna untuk menyatakan bahwa ***pointer*** yang dideklarasikan akan ditempati oleh data data dengan tipe tertentu
- Sebagai contoh akan dideklarasikan ***pointer P*** yang ditempati oleh tipe data **long**, maka bentuk pendeklarasiannya adalah sebagai berikut :

```
// Mendeklarasikan pointer P  
// yang akan menunjuk ke tipe long  
long *P;
```

# VARIABEL POINTER

- Jika kita memiliki sebuah variabel yang bertipe `long` (misalnya `X`), maka kita dapat memerintahkan ***pointer*** `P` diatas untuk menunjuk ke alamat yang ditempati oleh variabel `X`. Untuk melakukan tersebut kita perlu menuliskan kode seperti berikut :

```
// Mendeklarasikan variabel X dengan tipe long
long X;
// Mendeklarasikan pointer P
long *P;
// Memerintahkan P untuk menunjuk alamat
// dari variabel X
P = &X;
```

# VARIABEL POINTER

- Apabila kita analisis potongan kode diatas, sebenarnya konsepnya sangat sederhana. Kita tahu bahwa **P** adalah ***poniter*** (*berisi alamat*) dan **&X** juga berisi alamat, maka kita dapat menyimpan alamat dari variabel **X** tersebut ke ***pointer P***.
- Kita tidak diizinkan untuk memasukkan sebuah nilai (*bukan alamat*) kedalam ***pointer P***, seperti ditunjukkan kode berikut :

```
// SALAH, karena X berupa nilai  
// (bukan berupa alamat)  
p = X;
```



# VARIABEL POINTER

- Apabila kita memang ingin mengisikan nilai kedalam alamat yang disimpan oleh **pointer P**, maka seharusnya kita menggunakan **tanda asterik (\*)** didepan **pointer** tersebut, yaitu dengan mengubah kode diatas menjadi seperti dibawah ini :

```
// BENAR, karena P adalah nilai yang berada
// pada pointer P
*p = X;
```

- Sebagai catatan **\*P** ini disebut dengan **dereference pointer**

# VARIABEL POINTER

POINTER



Alamat X (&X)	10
Alamat X (&X)	20
Alamat X (&X)	30
Alamat X (&X)	40

Alamat Memori

Nilai

# VARIABEL POINTER

- Pada gambar di atas **Alamat 1** dari memori ditempati oleh **variabel X** yang bertipe **long** dan Nilai dari **variabel X** adalah **10**. Sebelumnya tadi ada **pointer P** yang menunjuk ke alamat **X**, maka untuk mendapatkan nilai **X** kita dapat menggunakan **dereference pointer**, yaitu **\*P**. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jika :

```
P = &X; // Keduanya menyimpan alamat  
maka
```

```
*P = X; // Keduanya menyimpan nilai
```

# VARIABEL POINTER

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    long *P;
    long X;
    P = &X;
    X = 10; // Mengisikan nilai 10 ke dalam variabel X
    cout<<"Nilai X      : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai *P     : "<<*P<<endl;
    cout<<"Nilai P      : "<<P<<endl;
    cout<<"Nilai &X     : "<<&X<<endl;
    *P = 200; // Mengisikan nilai 200 ke dalam *P
    cout<<"Nilai X      : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai *P     : "<<*P<<endl;
    cout<<"Nilai P      : "<<P<<endl;
    cout<<"Nilai &X     : "<<&X<<endl;
    return 0;
}
```

# VARIABEL POINTER

- Apabila diamati hasil program diatas, pada saat pengisian variabel **X** dengan nilai **10**, **\*P** juga akan bernilai **10**.
- Begitu juga pada saat dimasukan nilai kedalam **\*P** dengan nilai **200**, variabel **X** juga akan berubah nilainya menjadi **200**.
- Hal ini menunjukkan bahwa **\*P** akan selalu sama dengan **X**, dan ini semua disebabkan karena **\*P** dan variabel **X** tersebut menempati alamat yang sama, yaitu **0x22ff08**

# MEMASUKAN NILAI KEDALAM POINTER

- Nilai yang dimaksud disini adalah berupa alamat dan bukan berupa nilai data.
- Walaupun tampak mudah tapi kita juga harus berhati-hati dalam melakukan hal ini.
- Perlu diperhatikan bahwa tipe data dari *pointer* harus sama dengan tipe data dari variabel yang akan menempatinya.
- Hal ini merupakan hal yang biasa terabaikan oleh para programmer pemula.

# MEMASUKAN NILAI KEDALAM POINTER

- Sebagai contoh kita mendeklarasikan pointer **P** ke tipe `double` dan kita juga memiliki variabel **X** yang bertipe `integer`.
- Pada kasus ini tidak diizinkan untuk menyimpan alamat dari variabel **X** ke pointer **P** karena tipenya berbeda. Berikut ini adalah potongan program yang menunjukkan konsep diatas :

```
double *P;  
int X; // Mendeklarasikan variabel yang bertipe int  
P = &X;  
/* SALAH, karena P hanya dapat menyimpan alamat dari  
   variabel-variabel yang bertipe double saja */
```

# POINTER TANPA TIPE

- Sebelumnya kita telah mengetahui bahwa *pointer* harus diisikan dengan alamat dari variabel yang bertipe sama dengan *pointer* tersebut.
- Sebenarnya ada cara khusus untuk membuat *pointer* yang kita deklarasikan tersebut dapat menunjuk ke semua tipe data, yaitu dengan mendeklarsikan *pointer* tersebut sebagai *pointer* tanpa tipe.
- *Pointer* semacam ini sering dinamakan dengan “**void pointer**”.



# POINTER TANPA TIPE

- Bentuk umum untuk mendeklarasikan pointer tanpa tipe ini adalah sebagai berikut :

```
void *nama_pointer;
```

# POINTER TANPA TIPE

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    void *P;    // Mendeklarasikan pointer P sebagai pointer tanpa tipe
               // Mendeklarasikan variabel X, Y dan Z dengan tipe berbeda
               int X; long Y; double Z;
    // Memerintahkan P untuk menunjuk ke alamat dari variabel X
    P = &X;
    X = 100;    // Mengisikan variabel X dengan nilai 100
               // Menampilkan hasil
    cout<<"Nilai X : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai P : "<<P<<endl;
    cout<<"Nilai &X : "<<&X<<endl;
    cout<<endl;
    // Memerintahkan P untuk menunjuk ke alamat dari variabel Y
    P = &Y;
    Y = 2000;  // Mengisikan variabel Y dengan nilai 2000
               // Menampilkan hasil
    cout<<"Nilai Y : "<<Y<<endl;
    cout<<"Nilai P : "<<P<<endl;
    cout<<"Nilai &Y : "<<&Y<<endl;
    cout<<endl;
    // Memerintahkan P untuk menunjuk ke alamat dari variabel Z
    P = &Z;
    Z = 21.0378;    // Mengisikan variabel Z dengan nilai 21.0378
                   // Menampilkan hasil
    cout<<"Nilai Z : "<<Z<<endl;
    cout<<"Nilai P : "<<P<<endl;
    cout<<"Nilai &Z : "<<&Z<<endl;
    return 0;
}
```

# INIALISASI PADA POINTER

- Setiap kita mendeklarasikan sebuah *pointer*, maka *pointer* tersebut akan menunjuk lokasi acak di memori, oleh karena itu kita perlu mengatur pointer yang kita deklarasikan tersebut kedalam **NULL** , atau tidak menunjuk lokasi manapun.

# INISIALISASI PADA POINTER

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    int *P; // Mendeklarasikan pointer P
            // yang akan menunjuk tipe data int

    cout<<"Alamat yang ditunjuk oleh pointer P:
"<<P;

    return 0;
}
```

# INIALISASI PADA POINTER

- ***Pointer*** seperti diatas disebut sebagai pointer yang belum diinisialisasi.
- Untuk melakukan inisialisasi ***pointer***, kita dapat mengisikan nilai **NULL** kedalam pointer yang kita deklarasikan.

# INISIALISASI PADA POINTER

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    int *P; // Mendeklarasikan pointer P
           // yang akan menunjuk tipe data int

    P = NULL; // Inisialisasi pointer P
             // dengan nilai NULL

    cout<<"Alamat yang ditunjuk oleh pointer P: "<<P;

    return 0;
}
```

Nilai 0 pada hasil diatas menunjukkan bahwa pointer tersebut tidak menunjuk ke lokasi manapun.

# KONSTANTA PADA POINTER

- Sama halnya seperti variabel biasa, ***pointer*** juga dapat bernilai ***konstan***
- Cara untuk mendeklarasikannya pun sama, yaitu dengan menggunakan ***keyword const***.
- Namun perlu untuk diperhatikan bahwa penempatan keyword ***const*** yang salah akan menyebabkan perbedaan arti.
- ***Keyword const*** dapat ditempatkan sebelum tipe data, sesudah tipe data ataupun pada keduanya (sebelum dan sesudah)

# SEBELUM TIPE DATA

- Bentuk umumnya adalah sebagai berikut :

```
Const tipe_data * nama_pointer;
```

- Bentuk di atas berarti bahwa pointer akan menunjuk ke nilai dengan tipe data tertentu, dimana **nilai tersebut bersifat tetap.**



# SEBELUM TIPE DATA

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    const int *P1;    // P1 akan menunjuk ke tipe data int
                    // yang bersifat tetap

    int X, Y;
    X = 5;
    Y = 10;
    P1 = &X;

    // *P1 = 2;    // SALAH, karena nilai yang ditunjuk oleh P1
                // (nilai *P1) bersifat tetap

    P1 = &Y;    // BENAR,
                // karena pointer P1 tidak bersifat tetap

    // Menampilkan hasil
    cout<<"Nilai X   : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai Y   : "<<Y<<endl;
    cout<<"Nilai &X  : "<<&X<<endl;
    cout<<"Nilai &Y  : "<<&Y<<endl;
    cout<<"Nilai P1  : "<<P1<<endl;

    return 0;
}
```

# SEBELUM TIPE DATA

- Pada program diatas kita melihat bahwa mula-mula **P1** menunjuk ke alamat dari variabel **X**
- Pendeklarasian **const int \*P1** menyatakan bahwa **pointer P1** menunjuk ke nilai yang tetap, bukan alamat yang tetap sehingga kita masih diizinkan untuk mengubah **pointer P1** supaya menunjuk ke alamat yang baru, yaitu alamat dari **variabel Y**.

# SESUDAH TIPE DATA

- Bentuk umumnya adalah sebagai berikut :

```
tipe_data * const nama_pointer;
```

- Berbeda dengan sebelumnya, di sini **pointer bersifat tetap sehingga alamatnya tidak dapat diubah.**
- Meskipun demikian, nilai dari variabel yang ditunjuk dapat diubah.

# SESUDAH TIPE DATA

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    int X=5, Y=10;

    // P2 akan menunjuk ke alamat yang tetap,
    // yaitu alamat X
    int * const P2 = &X;

    *P2 = 2;    // BENAR,
                // karena nilai *P2 dapat diubah

    // P2 = &Y; // SALAH,
                // karena pointer P2 bersifat tetap
    // Menampilkan hasil
    cout<<"Nilai X      : "<<<X<<<endl;
    cout<<"Nilai Y      : "<<<Y<<<endl;
    cout<<"Nilai P2     : "<<<P2<<<endl;
    cout<<"Nilai &X     : "<<<&X<<<endl;
    cout<<"Nilai &Y     : "<<<&Y<<<endl;
    return 0;
}
```

# SEBELUM & SESUDAH TIPE DATA

- Bentuk umumnya adalah sebagai berikut :

```
const tipe_data * const nama_pointer;
```

- Bentuk yang ketiga ini merupakan bentuk gabungan dari bentuk yang pertama dan kedua, artinya disini ***dideklarasikan pointer konstan yang menunjuk ke suatu nilai yang konstan pula.***
- Dengan kata lain ***pointer*** ini menunjuk ***alamat yang tetap*** dimana alamat tersebut juga berisi ***nilai yang tetap***

# SEBELUM & SESUDAH TIPE DATA

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int X=5, Y=10;
    /* P3 akan menunjuk ke alamat yang tetap,
       yaitu alamat X
       dan nilai yang ditunjuk juga tetap */
    const int * const P3 = &X;

    // *P3 = 2; // SALAH,
                // karena nilai *P3 tidak dapat diubah

    // P3 = &Y; // SALAH,
                // karena pointer P3 bersifat tetap

    // Menampilkan hasil
    cout<<"Nilai X   : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai Y   : "<<Y<<endl;
    cout<<"Nilai P3  : "<<P3<<endl;
    cout<<"Nilai &X  : "<<&X<<endl;
    cout<<"Nilai &Y  : "<<&Y<<endl;
    return 0;
}
```

# SEBELUM & SESUDAH TIPE DATA

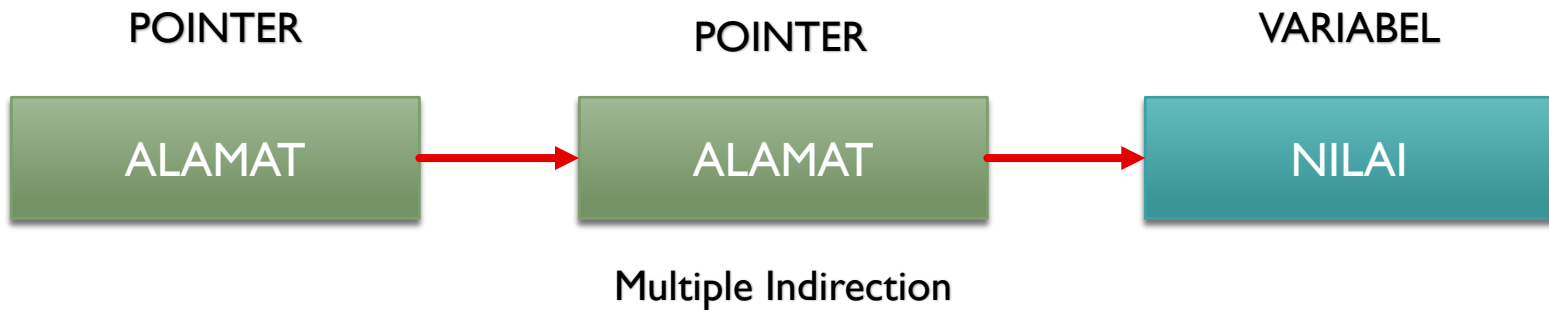
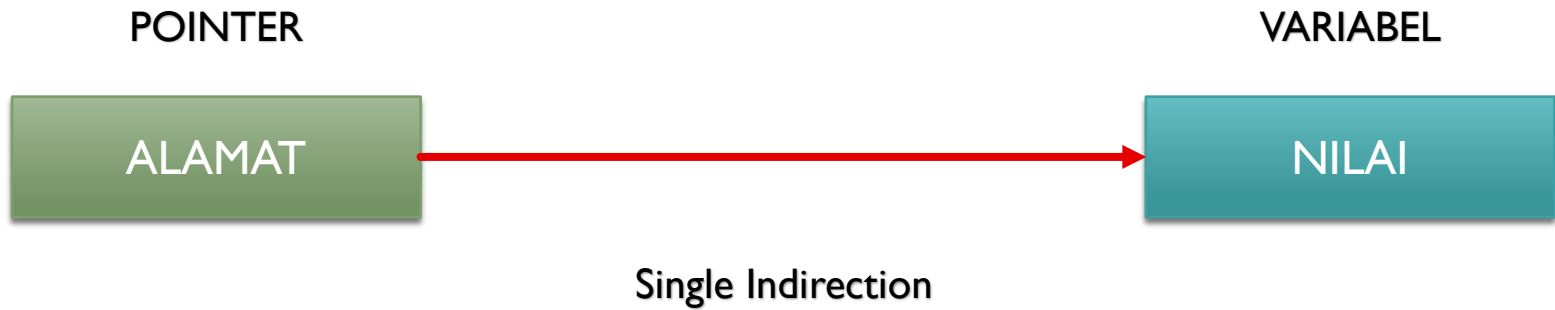
- Pada program di atas, mula-mula nilai **X** sama dengan 5, sedangkan alamat dari **X** ditunjuk **pointer P3**.
- Oleh karena **P3** adalah pointer yang bersifat tetap dan juga menunjuk ke nilai yang tetap, maka statemen **\*P3 = 2** dan **P3 = &Y** diatas tidak diizinkan oleh **compiler**

# POINTER KE POINTER

- Dalam C/C++, kita dapat mempunyai pointer yang menunjuk ke pointer lain yang telah menunjuk ke alamat tertentu.
- Situasi ini sering disebut dengan ***multiple indirection*** atau ***pointer ke pointer***.
- ***Pointer ke pointer*** ini memang sering membingungkan.
- Sebenarnya konsepnya sederhana, kita tahu bahwa pointer normalnya berisi alamat dari **sebuah objek (*variabel*)** yang menyimpan nilai berupa data.



# POINTER KE POINTER



# POINTER KE POINTER

- Pada *Single Indirection*, ***pointer*** langsung menunjuk ke alamat dari suatu variabel, sedangkan pada *multiple indirection*, terdapat ***pointer*** lain yang menunjuk ke ***pointer*** yang sedang menunjuk ke alamat dari suatu variabel.
- Untuk mendeklarasikan sebuah ***pointer*** yang akan menunjuk ke ***pointer*** lain diperlukan penggunaan tanda ***asterik*** sebanyak ***dua kali (\*\*)***

# POINTER KE POINTER

```
int **P;
```

- Maka **P** bukan merupakan *pointer* yang menunjuk ke tipe data `int`, melainkan *pointer* yang menunjuk *pointer*, yaitu *pointer* ke tipe data `int`.

# POINTER KE POINTER

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int X = 25; // Mendeklarasikan variabel X dengan nilai default 25
    int *P1;    // Mendeklarasikan pointer P1 yang akan menunjuk ke tipe data int
    int **P2;  // Mendeklarasikan pointer P2 yang akan menunjuk ke pointer P1

    P1 = &X;
    P2 = &P1;

    // Menampilkan nilai
    cout<<"Nilai X      : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai *P1    : "<<*P1<<endl;
    cout<<"Nilai *P2    : "<<*P2<<endl;
    cout<<"Nilai **P2   : "<<**P2<<endl;
    cout<<endl;

    // Menampilkan alamat
    cout<<"Nilai &X     : "<<&X<<endl;
    cout<<"Nilai P1     : "<<P1<<endl;
    cout<<"Nilai P2     : "<<P2<<endl;

    return 0;
}
```

# POINTER KE POINTER

- Nilai **X** dapat diakses dengan menggunakan **\*P1** atau **\*\*P2**, sedangkan alamat dari variabel **X** dapat diakses dengan menggunakan **&X**, **P** ataupun **\*P2** (catatan : **\*P2** merupakan nilai yang menempati alamat yang ditunjuk oleh **pointer P2**).
- **Pointer P2** tidak menunjuk ke tipe data int, melainkan menunjuk ke **pointer P1**.
- **P2** sendiri menyimpan alamat dari pointer **P1**

# REFERENSI

- **Referensi (reference)** merupakan alias atau nama lain (julukan) dari sebuah variabel.
- Untuk bisa membuat **referensi** maka digunakan tanda **&** dibelakang tipe data yang akan diacu.

- Bentuk umum pembuatan **referensi** adalah :

```
tipe_data & nama_alias = nama_variabel;
```

bisa juga ditulis di depan nama alias, seperti berikut :

```
tipe_data &nama_alias = nama_variabel;
```

# REFERENSI

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int X; // Mendeklarasikan variabel X

    // Membuat alias dari variabel X dengan nama AliasX
    int& AliasX = X;
    // Mengisikan nilai ke dalam variabel X
    X = 12;

    // Menampilkan nilai yang disimpan dalam variabel X dan AliasX
    cout<<"Nilai X          : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai AliasX    : "<<AliasX<<endl;
    cout<<endl;

    // Mengisikan nilai ke dalam AliasX
    AliasX = 35;

    // Menampilkan kembali nilai yang disimpan dalam variabel X dan AliasX
    cout<<"Nilai X          : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai AliasX    : "<<AliasX<<endl;
    return 0;
}
```

# REFERENSI

- Pada program di atas tampak bahwa pada saat kita memasukan nilai **12** ke dalam variabel **X**, **AliasX** juga akan bernilai **12**.
- Begitu juga sebaliknya, pada saat kita memasukan nilai **35** ke dalam **AliasX**, variabel **X** juga akan bernilai **35**.
- Ini membuktikan bahwa keduanya sebenarnya merupakan satu buah variabel yang memiliki dua nama.



# ALAMAT REFERENSI

- Perlu untuk diperhatikan bahwa ***alias (referensi)*** dan variabel yang diacu akan menempati alamat yang sama di memori.
- Alasannya, seperti yang disebutkan sebelumnya, keduanya bukan merupakan dua buah variabel yang berbeda, melainkan ***satu variabel yang mempunyai dua nama.***

# ALAMAT REFERENSI

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {

    int X = 50; // Mendeklarasikan variabel X dengan nilai default 50

    // Membuat alias dari variabel X dengan nama AliasX
    int& AliasX = X;

    // Menampilkan nilai yang disimpan dalam variabel X dan AliasX
    cout<<"Nilai X      : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai AliasX  : "<<AliasX<<endl;
    cout<<endl;

    // Menampilkan alamat dari variabel X dan AliasX
    cout<<"Alamat X    : "<<&X<<endl;
    cout<<"Alamat AliasX  : "<<&AliasX<<endl;

    return 0;
}
```

# REFERENSI KONSTAN

- Dalam C++, dapat didefinisikan sebuah *referensi* yang *bersifat tetap (constant reference)*, artinya *nilai dari referensi ini tidak dapat diubah*.
- Yang menjadi *konstanta* disini adalah hanya referensinya saja, sedangkan variabelnya tidak bersifat konstan.

# REFERENSI KONSTAN

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    // Mendeklarasikan variabel X dengan nilai default 5
    int X = 5;

    // Mendeklarasikan referensi konstan
    const int& AliasX = X;

    // Menampilkan nilai dari AliasX dan variabel X
    cout<<"Nilai X      : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai AliasX : "<<AliasX<<endl<<endl;

    // Mengubah nilai X
    X = 12; // BENAR, hal ini diperbolehkan karena X Tidak bersifat konstan

    // Menampilkan kembali nilai dari AliasX dan variabel X
    cout<<"Nilai X      : "<<X<<endl;
    cout<<"Nilai AliasX : "<<AliasX<<endl<<endl;

    // Mengubah nilai AliasX, AliasX = 25; ,SALAH, hal ini tidak diizinkan oleh compiler

    return 0;
}
```