



## Subprogram

Tim Olimpiade Komputer Indonesia

# Motivasi-1

- Ketika menulis program, kadang-kadang kita memerlukan suatu rutinitas yang sama di beberapa tempat.
- Sebagai gambaran, perhatikan contoh soal berikut:
  - Pak Dengklek menancapkan tiga buah tiang pancang di halaman rumahnya untuk membangun sebuah kandang bebek.
  - Setiap tiang pancang bisa dianggap terletak di suatu sistem koordinat Kartesius, yaitu di  $(A_x, A_y)$ ,  $(B_x, B_y)$ , dan  $(C_x, C_y)$ .
  - Pagar akan dibentangkan menurut garis lurus antar setiap tiang pancang.
  - Sekarang Pak Dengklek ingin tahu berapa luas kandang bebeknya.
- Persoalan yang kita hadapi adalah menghitung luas dari segitiga, jika hanya diberikan titik-titik sudutnya.



## Motivasi-1 (lanj.)

Salah satu penyelesaian untuk soal tersebut adalah menggunakan rumus Heron:

Jika sebuah segitiga memiliki panjang sisi sebesar  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ , maka luas segitiga tersebut adalah:

$$L = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}, \text{ dengan } S = \frac{a+b+c}{2}$$

Bagaimana implementasinya pada program?



## Motivasi-1 (lanj.)

- Kita perlu menghitung jarak antar titik terlebih dahulu, baru bisa menghitung luasnya.
- Kita dapat menuliskannya:

---

```
// tA, tB, tC merupakan ketiga titik yang diberikan  
a = sqrt((tA.x - tB.x)*(tA.x - tB.x) + (tA.y -  
    tB.y)*(tA.y - tB.y));  
b = sqrt((tA.x - tC.x)*(tA.x - tC.x) + (tA.y -  
    tC.y)*(tA.y - tC.y));  
c = sqrt((tB.x - tC.x)*(tB.x - tC.x) + (tB.y -  
    tC.y)*(tB.y - tC.y));
```

---

- Perhatikan bahwa hal yang sama, yaitu menghitung jarak titik, dituliskan secara berulang-ulang.
- Bagaimana jika pada salah satunya terdapat kesalahan pengetikan? Atau suatu ketika rumusnya perlu diubah? Sungguh merepotkan!



## Motivasi-2

- Seringkali ketika kita menulis program yang panjang, program menjadi lebih sulit dipahami, meskipun telah ditulis komentar sekalipun.
- Alangkah baiknya jika kita bisa membuat subprogram untuk suatu rutinitas tertentu dan menyatukannya di akhir, seperti:

```
bacaMasukan(N);  
cariPrimaSampai(N);  
printf("faktorisasi:\n");  
temp = N;  
while (!cekPrima(temp)) {  
    d = cariPembagiTerkecil(temp);  
    temp = temp / d;  
    printf("%d\n", d);  
}  
if (temp > 1) {  
    printf("%d\n", temp);  
}
```



Bagian 1

## Konsep Subprogram



# Konsep Subprogram

- Sesuai dengan namanya, subprogram adalah bagian dari program.
- Jika program merupakan serangkaian instruksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu, maka subprogram bisa dianggap sebagai serangkaian instruksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu, **sebagai bagian dari tujuan program**.
- Subprogram bisa dipanggil di bagian manapun pada program.
- Pada C++, subprogram disebut dengan **fungsi**.



## Contoh Subprogram

- Kita bisa memindahkan serangkaian kode menjadi sebuah fungsi, lalu memanggilnya pada program utama.
- Perhatikan contoh pesan.cpp berikut!

```
#include <stdio>
#include <string>
using namespace std;

char buff[1001];
string pesan;

// Subprogram
void bacaPesan() {
    printf("masukkan pesan: \n");
    scanf("%s", buff);
    pesan = buff;
}

// Program utama
int main() {
    bacaPesan();
    printf("pesan = %s\n", pesan.c_str());
}
```





# Penjelasan

- Pada pesan.cpp, terdapat sebuah fungsi bernama bacaPesan yang melakukan perintah untuk membaca masukan.
- Ketika bacaPesan dipanggil pada program utama, bisa dianggap seluruh instruksi yang ada di dalam fungsi tersebut dipindahkan ke program utama yang memanggilnya.
- Sehingga, program utama seakan-akan menjadi:

---

```
int main() {  
    printf("masukkan pesan: \n");  
    scanf("%s", buff);  
    pesan = buff;  
    printf("pesan = %s\n", pesan.c_str());  
}
```

---



## Penjelasan (lanj.)

- Tentu saja, sebuah fungsi bisa dipanggil berkali-kali, dan hal yang dilakukan tetap sama.
- Coba modifikasi blok program utama pesan.cpp menjadi:

```
int main() {  
    bacaPesan();  
    printf("pesan = %s\n", pesan.c_str());  
  
    bacaPesan();  
    printf("sekarang pesan berisi = %s\n",  
        pesan.c_str());  
}
```

---



## Bagian 2

# Implementasi pada C++



# Fungsi

Pada C++, fungsi bisa ditulis dengan format berikut:

---

```
<tipe> <nama>(<parameter...>) {  
    <instruksi...>  
}
```

---

- <tipe>: nilai kembalian yang dihasilkan fungsi. Untuk fungsi yang tidak menghasilkan nilai kembalian, kita gunakan tipe void. Fungsi yang menghasilkan nilai kembalian akan dipelajari di bagian selanjutnya.
- <nama>: nama dari fungsi.
- <parameter>: informasi yang hendak diberikan ke fungsi.



# Konsep Parameter

Parameter merupakan tempat untuk "memberi masukan" bagi fungsi, sehingga fungsi bisa berperilaku berdasarkan masukan yang diterima.

Perhatikan contoh berikut:

---

```
void gambar(int x) {  
    for (int i = 0; i < x; i++) {  
        printf("*");  
    }  
    printf("\n");  
}
```

---



## Konsep Parameter (lanj.)

- Fungsi gambar berfungsi untuk menuliskan karakter '\*' pada sebuah baris sebanyak x kali.
- Lalu apa x pada fungsi tersebut?
- Untuk menjawabnya, perhatikan blok program utama berikut:

```
// Program utama  
int main() {  
    gambar(3);  
    gambar(5);  
}
```

- 
- Yang akan tercetak adalah:

```
***  
*****
```

---



## Konsep Parameter (lanj.)

- Pada pemanggilan pertama, angka 3 pada gambar(3) mengakibatkan nilai  $x$  untuk fungsi gambar bernilai 3. Sehingga tercetak 3 karakter '\*'.
- Pada pemanggilan kedua, nilai  $x$  yang diterima adalah 5. Sehingga tercetak 5 karakter '\*'.
- Variabel  $x$  pada fungsi gambar disebut sebagai **parameter**.
- Melalui contoh ini, kalian dapat memahami bahwa nilai parameter dapat digunakan untuk mengatur perilaku fungsi.



# Konsep Parameter (lanj.)

- Tentu saja, pemanggilan juga bisa dilakukan dengan variabel seperti contoh berikut:

---

```
int main() {  
    int n;  
    scanf("%d", &n);  
    gambar(n);  
}
```

---





# Parameter

- Parameter dituliskan dengan format tipe dan namanya.
- Suatu fungsi boleh memiliki beberapa parameter.
- Contoh:

---

```
// Tanpa parameter  
void baca()
```

```
// Satu parameter  
void tes(int x)
```

```
// Dua parameter  
void sama(int x, int y)
```

```
// Dua parameter, berbeda tipe data  
void berbeda(int x, string y)
```

---



# Lingkup Variabel

- Perhatikan kembali fungsi gambar berikut:

```
void gambar(int x) {  
    for (int i = 0; i < x; i++) {  
        printf("*");  
    }  
    printf("\n");  
}
```

- Variabel i dan x pada fungsi tersebut hanya terdefinisi di antara blok { dan } fungsi gambar saja.
- Artinya jika pada program utama terdapat pula variabel bernama x atau i, maka variabel tersebut **bukan** mengacu pada x dan i pada fungsi gambar.



## Lingkup Variabel (lanj.)

- Variabel yang dideklarasikan di dalam fungsi biasa disebut sebagai **variabel lokal**.
- Sementara variabel yang dideklarasikan di luar fungsi atau program utama disebut sebagai **variabel global**.
- Variabel global dapat diakses di mana saja, bahkan di dalam subprogram sekalipun.
- Variabel lokal hanya bisa diakses pada subprogram yang mendeklarasikannya.



# Fungsi dengan Nilai Kembalian

- Setelah kalian memahami tentang fungsi, mari kita bahas tentang nilai kembalian.
- Perhatikan fungsi berikut:

---

```
int kubik(int x) {  
    return x*x*x;  
}
```

---



# Penjelasan

- Pada program utama, kita bisa melakukan:

```
int main() {  
    int volume = kubik(3);  
    int selisih = volume - kubik(2);  
    printf("4 kubik adalah %d\n", kubik(4));  
}
```

- Teringat dengan sesuatu?
- Fungsi kubik kini terlihat seperti fungsi yang biasa kalian gunakan, seperti sqrt, round, atau abs!



# Nilai Kembali

- Ketika fungsi mengembalikan nilai, nilai ini bisa dioperasikan ke dalam ekspresi atau assignment.

- Sebagai ilustrasi, perhatikan ekspresi berikut:

---

$$x = 2;$$
$$y = 3 * \text{kubik}(x) - 1;$$

---

- Pada saat dijalankan, fungsi  $\text{kubik}(x)$  akan dieksekusi dan **mengembalikan nilai 8**.

---

$$y := 3 * 8 - 1;$$

---

- Setelah ekspresi itu dievaluasi,  $y$  bernilai 23.



## Nilai Kembali (lanj.)

- Hal semacam ini tidak berlaku ketika fungsi tidak mengembalikan nilai.
- Hal ini juga membedakan cara pemanggilannya:

---

```
// Tidak mengembalikan nilai  
kerja1()
```

```
// Mengembalikan nilai  
x = kerja2();
```

---



# Fungsi

- Untuk mengembalikan nilai, isikan tipe data nilai kembalian pada deklarasi fungsi.
- Selanjutnya, kembalikan nilai dengan cara menuliskan "return" diikuti dengan nilai kembaliannya.
- Perintah `return` akan menghentikan eksekusi, keluar dari fungsi, dan mengembalikan nilai ke pemanggilnya.
- Perintah `return` boleh dipanggil di baris fungsi manapun.





## Contoh Fungsi Lain

- Perhatikan fungsi yang memeriksa keprimaan berikut:

```
bool prima(int x) {  
    if (x < 2) {  
        return false;  
    }  
    for (int i = 2; i*i <= x; i++) {  
        if (x % i == 0) {  
            return false;  
        }  
    }  
    return true;  
}
```

- Pertama, periksa apakah bilangan yang diberikan kurang dari dua. Bila ya, langsung kembalikan nilai FALSE.
- Kedua, periksa apakah ada angka di antara 2 dan  $\sqrt{x}$  yang habis membagi  $x$ . Bila ada, langsung kembalikan FALSE.
- Selain daripada itu, dijamin  $x$  prima.



## Return pada Fungsi void

- Sebenarnya, return juga dapat dilakukan pada fungsi yang tidak mengembalikan nilai.
- Perintah return akan menghentikan eksekusi dan keluar dari program.
- Pada contoh berikut, gambar '\*' tidak akan dicetak apabila x lebih dari 1000.

---

```
void gambar(int x) {  
    if (x > 1000) {  
        return;  
    }  
    for (int i = 0; i < x; i++) {  
        printf("*");  
    }  
    printf("\n");  
}
```

---



## Bagian 3

# Passing Parameter



# Passing Parameter

- *Passing parameter* merupakan aktivitas menyalurkan nilai pada parameter saat memanggil subprogram.
- Umumnya, dikenal dua macam *passing parameter*:
  - *By value*, yaitu mengirimkan **nilai** dari setiap parameter yang diberikan.
  - *By reference*, yaitu mengirimkan **alamat** dari setiap parameter yang diberikan.



# Passing Parameter by Value

- Sebagai penjelasan, perhatikan program berikut:

```
#include <stdio>
```

```
void tukar(int a, int b) {  
    int temp = a;  
    a = b;  
    b = temp;  
}
```

```
int main() {  
    int x = 1;  
    int y = 2;  
    tukar(x, y);  
    printf("x=%d y=%d\n", x, y);  
}
```



## Passing Parameter by Value (lanj.)

- Jika dijalankan, apa keluaran dari program tersebut? Apakah "x=2 y=1"?
- Jawabannya tidak, yang tercetak adalah "x=1 y=2".
- Ketika fungsi tukar dipanggil, nilai dari  $x$  dan  $y$  dikirim ke parameter  $a$  dan  $b$  pada fungsi tukar.
- Jadi hanya dilakukan *assignment* nilai dari  $x$  dan  $y$  ke  $a$  dan  $b$ .
- Apapun yang terjadi pada  $a$  dan  $b$  selanjutnya tidak mempengaruhi  $x$  dan  $y$  karena mereka **tidak berhubungan**.



# Passing Parameter by Reference

- Lain halnya ketika kita menambahkan lambang **&** pada penulisan parameter:

---

```
void tukar(int &a, int &b) {  
    int temp = a;  
    a = b;  
    b = temp;  
}
```

---



## Passing Parameter by Reference (lanj.)

- Dengan cara ini, ketika `tukar(x, y)` dipanggil, **alamat memori variabel** `x` dan `y` dikirimkan ke parameter `a` dan `b`.
- Kini, `x` dan `a` mengacu pada alamat memori yang sama.
- Apabila dilakukan perintah "`a = 3`", maka nilai `x` juga ikut menjadi 3. Sebab `x` dan `a` mengacu pada alamat memori yang sama.
- Demikian pula untuk `y` dan `b`.
- Sehingga keluaran program menjadi "`x=2 y=1`"!





## Passing Parameter by Reference (lanj.)

- Jika tukar ditulis dengan *passing parameter by reference*, kita tidak bisa melakukan:  

---

`tukar(2, 3);`

---
- Mengirimkan alamat memori dari variabel memang bisa dilakukan, tetapi angka 2 atau 3 jelas bukan variabel dan jelas tidak punya alamat memori.
- Jika kita mengembalikan kedua parameter fungsi tukar untuk menggunakan *passing parameter by value*, barulah hal ini bisa dilakukan.



# Penulisan pada C++

- Untuk melakukan *passing parameter by reference*, cukup tambahkan & di depan parameter yang akan di-pass-by-reference.
- Sebuah subprogram bisa juga menerima parameter dengan cara *passing parameter yang campuran*:

---

```
void bagi(int a, int b, int &hasil, int &sisas) {  
    hasil = a / b;  
    sisas = a % b;  
}
```

---



## Bagian 4

# Studi Kasus Subprogram



## Fungsi Pangkat (int)

Berikut ini adalah fungsi untuk menghitung  $a^b$ :

---

```
int pangkat(int a, int b) {  
    int hasil = 1;  
    for (int i = 0; i < b; i++) {  
        hasil *= a;  
    }  
    return hasil;  
}
```

---



## Fungsi Pangkat (void)

Berikut ini adalah fungsi untuk menghitung  $a^b$ , hasil ditampung pada variabel *hasil*:

---

```
void pangkat(int a, int b, int &hasil) {  
    hasil = 1;  
    for (int i = 0; i < b; i++) {  
        hasil *= a;  
    }  
}
```

---



# Mengembalikan Nilai atau Tidak

- Baik dengan kedua cara, kita bisa mencapai hal yang sama.
- Pertanyaannya adalah: **mana yang lebih tepat?**



# Mengembalikan Nilai atau Tidak (lanj.)

- Dengan mengembalikan nilai, menghitung  $y = 3x^5$  bisa dilakukan dengan:

---

```
y = 3 * pangkat(x, 5);
```

---

- Tanpa mengembalikan nilai, sedikit lebih rumit:

---

```
pangkat(x, 5, y);  
y = 3 * y;
```

---

- Untuk kasus ini, **mengembalikan nilai lebih tepat.**



## Kilas Balik: Fungsi tukar

- Sekarang coba ingat kembali fungsi tukar yang kita bahas sebelumnya.
- Kurang masuk akal apabila kita menggunakan mengembalikan nilai saat melakukan penukaran.
- Sehingga untuk kasus penukaran isi variabel, **tanpa mengembalikan nilai lebih tepat.**





# Penggunaan Subprogram

- Dari sini kita mempelajari bahwa ada subprogram yang lebih cocok diimplementasikan mengembalikan nilai atau tidak.
- Biasanya, yang mengembalikan nilai bersifat:
  - Menghasilkan suatu nilai berdasarkan parameter.
  - Tidak mengakibatkan efek samping, misalnya adanya perubahan nilai pada parameter yang diberikan seperti pada fungsi tukar.
- Sementara yang tidak mengembalikan nilai bersifat:
  - Tidak menghasilkan suatu nilai berdasarkan parameter.
  - Boleh jadi mengakibatkan perubahan pada variabel global atau parameter yang dikirimkan.



# Manfaat Subprogram

- Meningkatkan daya daur ulang kode (*reusability*).  
Satu kali saja kita mendefinisikan subprogram untuk menukar isi variabel, berapa kali pun penukaran isi variabel bisa dilakukan tanpa perlu menuliskan algoritma penukaran lagi.
- Memecah program menjadi beberapa subprogram yang lebih kecil.  
Keuntungannya adalah didapatkan kumpulan subprogram yang:
  - Fokus pada suatu tujuan tertentu.
  - Tersusun atas kode yang cenderung pendek.
  - Karena kedua hal di atas, lebih mudah dibaca dan ditelusuri.

