IF1210 Algoritma dan Pemrograman 1

Modular Programming
Menggunakan Subprogram (Fungsi/Prosedur)

Tim Pengajar IF1210

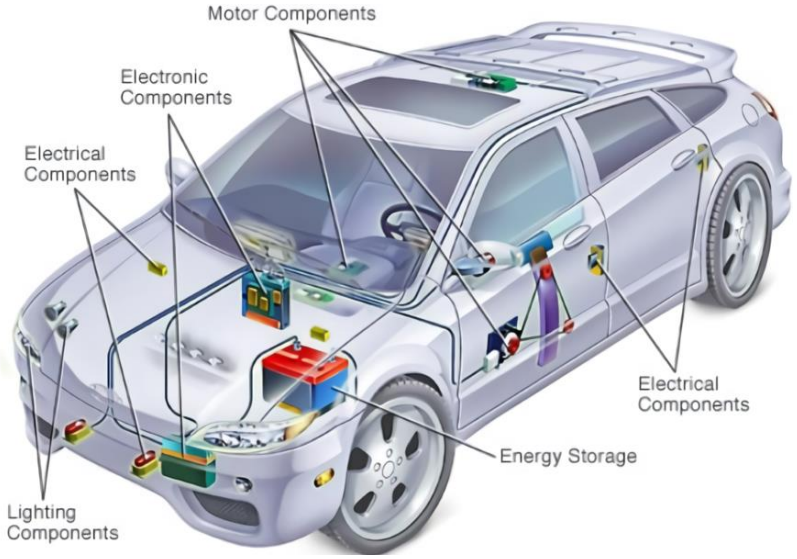
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Sumber Utama

Diktat “Dasar Pemrograman, Bag. Pemrograman Prosedural” oleh Inggriani Liem

Pendahuluan

- Sesuatu yang “besar” biasanya terdiri atas komponen-komponen “kecil”
- Contoh:
  - Sebuah **mobil listrik** terdiri atas berbagai komponen yang masing-masing dapat difabrikasi secara terpisah dan selanjutnya dirakit menjadi sebuah mobil
  - Sebuah **peralatan elektronik canggih** di dalamnya terdiri atas komponen elektronik standar yang dirakit
  - Sebuah **gedung besar** memiliki komponen seperti pintu, jendela, ubin yang dapat difabrikasi secara terpisah sebelum dipasang.
- Dengan demikian, ada **produsen** komponen dan ada **perakit** pemakai komponen



Komponen mobil listrik

Pendahuluan

- Pendekatan “merakit” ini juga dilakukan dalam pembangunan perangkat lunak
- Dengan demikian, ada dua kategori programmer: (1) penyedia modul/komponen dan (2) pemakai modul komponen
- Skala “komponen” juga berkembang, dari komponen setara “suku cadang” dalam industri perakitan mobil, sampai setara “engine” dari produk keseluruhan.
  - Dalam *software engineering*, muncul istilah *library*, *framework*, *platform*, dsb.

Modular Programming

- **Modular programming** *is a software design technique that emphasizes separating the functionality of a program into independent, interchangeable modules, such that each contains everything necessary to execute only one aspect or "concern" of the desired functionality.*

- Salah satu implementasi **dekomposisi** dalam pemrograman prosedural adalah melalui *modular programming*

Implementasi Program Modular

Subprogram
- Fungsi
- Prosedur

Abstract Data Type

Modul/paket/ unit/library

Kelas
- Pemrograman berorientasi objek

Tidak dibahas lebih lanjut di kuliah ini

Keuntungan Modular Programming

- Memudahkan programmer bekerja secara *team work*
- Modifikasi program lebih mudah dilakukan karena perubahan dapat diisolasi pada modul tertentu
- Modul dapat dites dan di-*debug* secara independen
- Modul-modul program dapat dikemas dalam bentuk *library* yang dapat digunakan oleh program lain

Subprogram

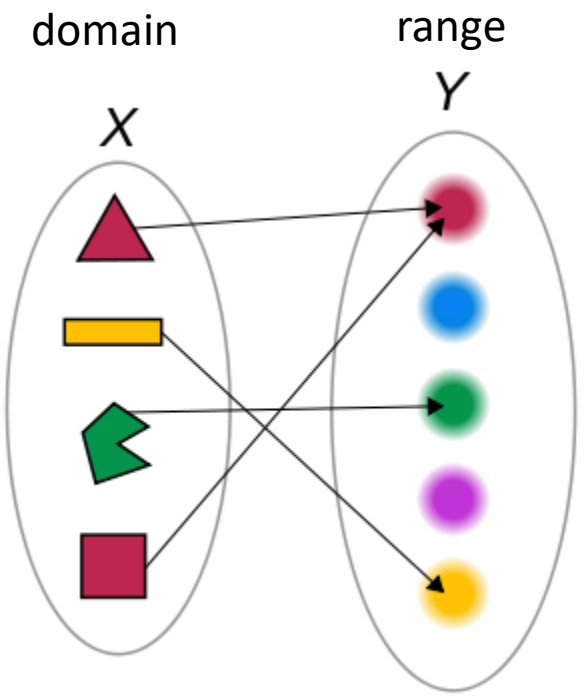
- *A set of instructions designed to perform a frequently used operation within a program*
- 2 (dua) jenis subprogram:
  - **Fungsi**: pemetaan suatu nilai domain (input) ke range (output)
    - Hasil dari fungsi dinyatakan dalam sebuah type data yang eksplisit
  - **Prosedur**: deretan instruksi yang jelas initial state dan final state-nya → mirip seperti program secara umum, namun dalam scope yang lebih kecil
- Tahap penggunaan fungsi/prosedur dalam program
  - **Mendefinisikan** fungsi/prosedur: nama, spesifikasi, parameter formal
  - **Merealisasikan** fungsi/prosedur
  - **Memanggil/memakai** fungsi/prosedur

Kegunaan Subprogram

- Program dapat didekomposisi menjadi sub-sub bagian
  - Tiap sub bagian dapat didefinisikan sebagai fungsi/prosedur yang tinggal dipanggil sebagai 1 baris atau ekspresi dalam program utama
- *Code reuse instead of code rewriting*
  - Jika task yang harus dikerjakan fungsi/prosedur banyak dipakai di program, memrogram menjadi jauh lebih sederhana jika task tersebut dibuat dalam bentuk fungsi/prosedur
  - Contoh: fungsi untuk menghitung akar kuadrat (**sqrt**) sangat berguna untuk berbagai jenis persoalan → bayangkan kalau setiap kali Anda harus menulis programnya ☺
- Setiap fungsi/prosedur dapat dites secara mandiri dan tidak tergantung pada bagian program yang lain
  - Jika program besar dan harus dikerjakan oleh lebih dari 1 programmer, hal ini memudahkan pembagian kerja

Fungsi (1)

- Konsep fungsi di pemrograman didasari oleh konsep pemetaan dan **fungsi** di matematika
  - Setiap elemen pada himpunan domain dipetakan **tepat satu** ke sebuah elemen pada himpunan range
- **Fungsi**: pemetaan suatu **domain** ke **range** berdomain tertentu
  - Secara algoritmik, sebuah fungsi akan menerima suatu harga yang diberikan lewat parameter formal bertype tertentu (jika ada) dan menghasilkan suatu nilai sesuai domain yang didefinisikan dalam spesifikasi fungsi
- Contoh: $f(X) = X^2$
  - fungsi untuk menghitung kuadrat dari suatu bilangan
  - Domain: bilangan bulat
  - Range: bilangan bulat (0 atau positif)



f : X → Y

Fungsi dalam Notasi Algoritmik

```
function nama_fungsi (param1:type1, param2:type2, …, paramn:typen) → type_hasil
{ Spesifikasi fungsi }
KAMUS LOKAL
  { Konstanta, variabel, fungsi/prosedur yang dideklarasikan loca   di function }
ALGORITMA
  { Langkah-langkah algoritmik untuk fungsi }
  { Return hasil menggunakan notasi : → hasil }
  → hasil
```

Parameter **formal**: parameter yang digunakan dalam definisi fungsi/prosedur

Contoh

```
function Kuadrat (x : integer) → integer
{ Menghasilkan pangkat2 dari x }
KAMUS LOKAL

ALGORITMA
      → x * x
```

Fungsi (2)

- Nama parameter yang dituliskan pada definisi/spesifikasi fungsi disebut sebagai parameter **formal**
- Daftar parameter input pada fungsi *param1*:*type1*, *param2*:*type2*, …, *paramn*:*typen* boleh kosong
- Instruksi "terakhir" yang harus ada pada fungsi harus merupakan pengiriman harga yang dihasilkan oleh fungsi (notasi algoritmik: → hasil)
  - Instruksi "terakhir" belum tentu dituliskan di baris terakhir, misalnya jika hasil merupakan nilai yang dihasilkan berdasarkan analisis kasus
- Type data pada list parameter input dan type hasil boleh merupakan type dasar maupun type bentukan

Prosedur (1)

- Prosedur:
  - Sederetan instruksi algoritmik yang diberi nama dan akan menghasilkan efek neto yang terdefinisi
  - Harus jelas *initial state* (I.S.) dan *final state* (F.S.) prosedur → I.S. dan F.S. dari prosedur menjamin eksekusi program mencapai efek neto yang diharapkan
- Jenis prosedur:
  - **Prosedur tanpa parameter**: memanfaatkan nilai dari nama-nama yang terdefinisi pada kamus global
  - **Prosedur berparameter**: dirancang agar sepotong kode yang sama Ketika eksekusi dilakukan dapat dipakai dengan nama-nama parameter [aktual] yang berbeda

Prosedur dalam Notasi Algoritmik

```
procedure nama_proc ([input/output] param1:type1, …, [input/output] paramn:typen)
{ Spesifikasi prosedur }
KAMUS LOKAL
{ Konstanta, variabel, fungsi/prosedur yang dideklarasikan local di prosedur }
ALGORITMA
{ Langkah-langkah algoritmik untuk prosedur }
```

Contoh

```
procedure CetakNama (input nama : string)
{ I.S.: nama terdefinisi; F.S.: tercetak "Hello + nama" di layar }
KAMUS LOKAL

ALGORITMA
      output ("Hello ", nama)
```

Parameter **formal**: parameter yang digunakan dalam definisi fungsi/prosedur

Prosedur (2)

- Parameter **formal**: nama-nama parameter yang dipakai dalam mendefinisikan prosedur dan membuat prosedur tersebut dapat dieksekusi dengan nama-nama yang berbeda saat dipanggil
- Jenis parameter formal pada prosedur:
  - **input**: parameter yang diperlukan prosedur sebagai masukan untuk melakukan aksi efektif
  - **output**: parameter yang nilainya **akan** dihasilkan oleh prosedur
  - **input/output**: parameter yang nilainya diperlukan prosedur sebagai masukan untuk melakukan aksi, dan pada akhir prosedur akan dihasilkan nilai baru

Pemanggilan Fungsi / Prosedur (1)

```
Program Judul
{ Spesifikasi Program }
```

```
KAMUS
{ Variabel, konstanta, definisi fungsi/prosedur }
{ Definisi dan spesifikasi fungsi/prosedur }
function …
{ spesifikasi function }
procedure …
{ spesifikasi procedure }
```

```
ALGORITMA PROGRAM UTAMA
{ Algoritma program mengandung pemanggilan
fungsi/prosedur }
```

```
{ REALISASI FUNGSI/PROSEDUR }
  { lihat slide berikutnya }
```

Pemanggilan Fungsi/Prosedur (2)

```
{ REALISASI FUNGSI/PROSEDUR}
function …
{ spesifikasi function }
KAMUS LOKAL
      …
ALGORITMA
      …
procedure …
{ spesifikasi procedure }
KAMUS LOKAL
     …
ALGORITMA
     …
```

```
Program CetakKuadrat
{ Input: masukan integer dan
  mencetak nilai kuadratnya ke layar }

KAMUS
  bil : integer
  function Kuadrat (x : integer) → integer
  { menghasilkan kuadrat x }
  procedure CetakInt (input x : integer)
  { I.S. x terdefinisi; F.S. x tercetak ke layar }

ALGORITMA PROGRAM UTAMA
  input(bil)   { baca dari keyboard }
  CetakInt (Kuadrat(bil))

{ REALISASI FUNGSI/PROSEDUR }
function Kuadrat (x : integer) → integer
{ menghasilkan kuadrat x }
KAMUS LOKAL
ALGORITMA
  → x * x
procedure CetakInt (input x : integer)
{ I.S. x terdefinisi; F.S. x tercetak ke layar }
KAMUS LOKAL
ALGORITMA
  output(x)
```

Contoh Pemanggilan Fungsi/Prosedur di Notasi Algoritmik

bil adalah contoh parameter aktual

Parameter **aktual**: parameter yang digunakan dalam pemanggilan fungsi/prosedur

Pemanggilan Fungsi/Prosedur (3)

- Memakai/memanggil prosedur/fungsi adalah menuliskan nama fungsi/prosedur yang pernah didefinisikan dan memberikan harga-harga yang dibutuhkan oleh fungsi/prosedur
  - Fungsi dipanggil sebagai bagian dari ekspresi
  - Prosedur dipanggil sebagai sebuah instruksi
- Parameter **aktual**: nama-nama informasi yang dipakai ketika fungsi/prosedur dipakai (“dipanggil”)
- Saat pemanggilan terjadi terjadi asosiasi antara parameter formal dengan parameter aktual sesuai urutan penulisan dalam daftar parameter input
  - Daftar pada parameter aktual harus sama/kompatibel jumlah (arity), urutan, dan type data dengan daftar parameter formal fungsi/prosedur → asosiasi “by position”

Pemanggilan Fungsi/Prosedur (4)

- Parameter aktual pada **fungsi**:
  - dapat berupa nama variabel/konstanta yang terdefinisi pada kamus, atau suatu harga tertentu, atau harga yang dihasilkan dari sebuah ekspresi atau fungsi
- Parameter aktual pada **prosedur**:
  - Parameter **input** harus sudah terdefinisi nilainya (karena dibutuhkan prosedur untuk melakukan aksinya)
    - Dapat berupa suatu nama variable/konstanta yang sudah terdefinisi nilainya, dapat berupa nilai/ekspresi tanpa menggunakan nama
  - Parameter **output** tidak perlu terdefinisi nilainya karena justru nilainya akan dihasilkan oleh prosedur. Setelah pemanggilan prosedur, nilai yang dihasilkan akan dimanfaatkan oleh deretan instruksi berikutnya.
    - harus ditampung dalam suatu variabel
  - Parameter **input/output** harus terdefinisi nilainya dan nilai baru yang diperoleh karena eksekusi prosedur akan dimanfaatkan oleh deretan instruksi berikutnya.

Studi Kasus

Studi Kasus

- Buatlah sebuah program yang digunakan untuk melakukan operasi matriks dengan elemen bertype integer dengan ukuran 3 x 3.
- Program diawali dengan membaca masukan elemen 2 buah matriks 3 x 3, yaitu matriks A dan matriks B dari pengguna.
- Selanjutnya, diberikan pilihan menu (integer) yang bisa digunakan untuk memilih operasi matriks yang akan dilakukan, yaitu:
  - pilihan 1 untuk operasi penjumlahan kedua matriks,
  - pilihan 2 untuk operasi pengurangan matriks A dengan matriks B, dan
  - pilihan 3 adalah operasi untuk memeriksa apakah kedua matriks adalah matriks satuan atau tidak.

  Matriks satuan adalah matriks yang elemen-elemennya hanya terdiri atas angka 0 dan/atau 1.
- Jika dimasukkan pilihan selain 1, 2, 3, maka dituliskan pesan kesalahan “Bukan pilihan yang benar”. Tidak perlu ada validasi masukan pilihan dengan pengulangan.
- Jika pilihan 1, 2, atau 3, program akan menghasilkan output hasil operasi (tergantung pilihan menu).

Studi Kasus

Input			Output (Tampilan di Layar)
Matriks A	Matriks B	Pilihan menu	
1 2 3 4 2 3 4 2 3	1 2 3 2 3 4 2 4 2	1	2 4 6 6 5 7 6 6 5
1 2 3 4 2 3 4 2 3	1 2 3 2 3 4 2 4 2	2	0 0 0 2 -1 -1 2 -2 1
1 2 3 4 2 3 4 2 3	1 2 3 2 3 4 2 4 2	3	Matriks A bukan matriks satuan Matriks B bukan matriks satuan
1 2 3 4 2 3 4 2 3	1 0 0 0 1 0 0 0 0	3	Matriks A bukan matriks satuan Matriks B adalah matriks satuan
1 2 3 4 2 3 4 2 3	1 0 0 0 1 0 0 0 0	0	Bukan pilihan yang benar

Sekilas tentang Matriks

- *A **matrix** is a rectangular array or table of numbers, symbols, or expressions, with elements or entries arranged in rows and columns, which is used to represent a mathematical object or property of such an object.* (https://en.wikipedia.org/wiki/Matrix_(mathematics))
- Contoh: $\begin{bmatrix} 1 & 9 & -13 \\ 20 & 5 & -6 \end{bmatrix}$
  - Matriks 2x3 yaitu matriks dengan 2 baris (*row*) dan 2 kolom (*column*)
- Implementasi dalam pemrograman: sebagai array 2 dimensi (array of array)

Studi Kasus: Analisis I.S. dan F.S.

I.S.: Matriks A, matriks B, dan pilihan menu terdefinisi berdasarkan masukan pengguna

F.S.: Hasil penjumlahan/pengurangan matriks A dengan matriks B atau pernyataan apakah matriks A dan matriks B adalah matriks satuan atau bukan, atau pesan kesalahan, ditampilkan di layar tergantung pada pilihan menu

Studi Kasus: Struktur Data

- Struktur data **matriks**:
  - menggunakan array of array of [type elemen]
- Deklarasi variabel matriks (contoh):

M: array [1..3] of array [1..4] of integer

  - Matriks bernama M dengan setiap elemen bertype integer, dengan ukuran baris = 3 dan ukuran kolom = 4; dengan alamat setiap elemen diakses melalui indeks baris 1 s.d. 3 dan indeks kolom 1 s.d. 4

Solusi 1

Banyaknya bagian program yang berulang

Semakin besar dan kompleks program, akan semakin tidak efisien

```
{ Baca pilihan menu dan lakukan operasi sesuai pilihan menu }
output("Masukkan pilihan menu (1,2,3) = ") { Format bebas }
input(pilihan)
depend on (pilihan)
    pilihan = 1 :
            { Menjumlahkan kedua matriks dan mencetak hasilnya ke layar }
            i traversal [1..3]
                j traversal [1..3]
                    MHasil[i][j] ← MA[i][j] + MB[i][j]
            output("Hasil penjumlahan matriks A dan B =")
            i traversal [1..3]
                j traversal [1..3]
                    output(MHasil[i][j], " ")
    pilihan = 2 :
            { Mengurangkan kedua matriks dan mencetak hasilnya ke layar }
            i traversal [1..3]
                j traversal [1..3]
                    MHasil[i][j] ← MA[i][j] - MB[i][j]
            output("Hasil pengurangan matriks A dengan B =")
            i traversal [1..3]
                j traversal [1..3]
                    output(MHasil[i][j], " ")
    pilihan = 3 :
            { Cek apakah kedua matriks adalah matriks satuan/bukan }
            { Mengecek apakah MA adalah matriks satuan/bukan }
            count ← 0
            i traversal [1..3]
                j traversal [1..3]
                    if (MA[i][j] ≠ 0) and (MA[i][j] ≠ 1) then
                        count ← count + 1
            if (count = 0) then { count = 0, berarti tidak ada elemen bukan 0/1 }
                output("Matriks A adalah matriks satuan")
            else
                output("Matriks A bukan matriks satuan")
            { Mengecek apakah MB adalah matriks satuan/bukan }
            count ← 0
            i traversal [1..3]
```

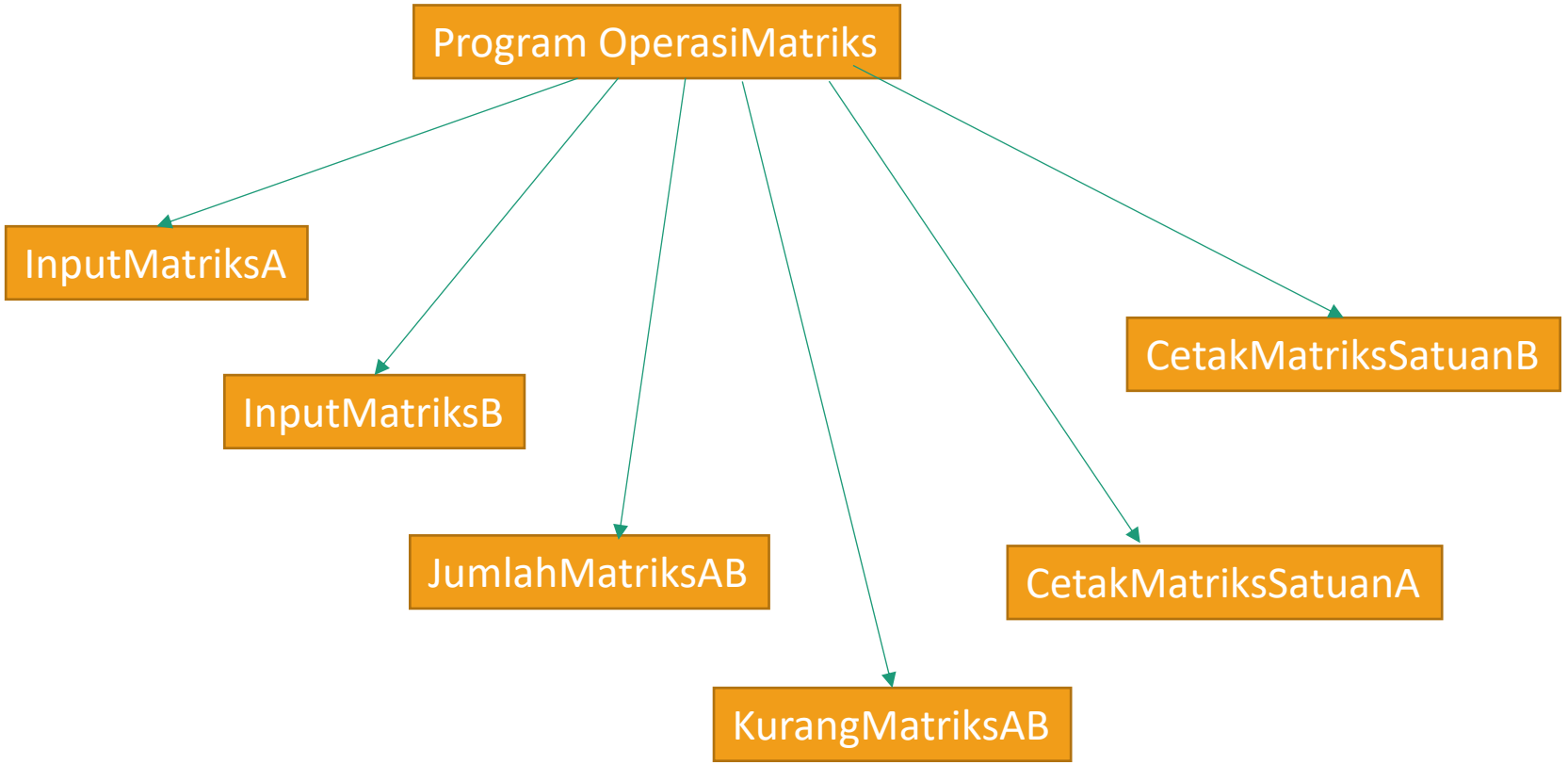
Solusi 2

Bagian-bagian yang kompleks dipisahkan dalam **fungsi/prosedur** sendiri

Sketsa algoritma (dalam notasi algoritmik):

```
InputMatriksA
InputMatriksB

input (pilihan)

depend on pilihan
   pilihan = 1 : JumlahMatriksAB
   pilihan = 2 : KurangMatriksAB
   pilihan = 3 : CetakMatriksSatuanA
                 CetakMatriksSatuanB

   else : output (“Bukan pilihan yang benar”)
```

Dekomposisi Fungsional – Solusi 2



Solusi 2 – Input Matriks A

```
procedure InputMatriksA
{ I.S. MA sudah didefinisikan sebagai variabel global sebagai
       array [1..3] of array [1..3] of integer }
{ F.S. MA berisi data berdasarkan masukan dari user }

KAMUS LOKAL
      i, j : integer

ALGORITMA
      i traversal [1..3]
           j traversal [1..3]
                input (MA[i][j])
```

Solusi 2 – Input Matriks B

```
procedure InputMatriksB
{ I.S. MB sudah didefinisikan sebagai variabel global sebagai
       array [1..3] of array [1..3] of integer }
{ F.S. MB berisi data berdasarkan masukan dari user }

KAMUS LOKAL
      i, j : integer

ALGORITMA
      i traversal [1..3]
           j traversal [1..3]
                input (MB[i][j])
```

Solusi 2 – Jumlah Matriks A B

```
procedure JumlahMatriksAB
{ I.S. MA dan MB sudah didefinisikan sebagai variabel global
       sebagai array [1..3] of array [1..3] of integer dan
       sudah terisi }
{ F.S. MHasil (terdefinisi sebagai variabel global)
       berisi hasil penjumlahan matriks A dan B }
KAMUS LOKAL
     i, j : integer
ALGORITMA
     i traversal [1..3]
          j traversal [1..3]
               MHasil[i][j] ← MA[i][j] + MB[i][j]
     i traversal [1..3]
          j traversal [1..3]
               output(MHasil[i][j])
```

Solusi 2 – Kurangi Matriks A dengan B

```
procedure KurangMatriksAB
{ I.S. MA dan MB sudah didefinisikan sebagai variabel global
       sebagai array [1..3] of array [1..3] of integer dan
       sudah terisi }
{ F.S. MHasil (terdefinisi sebagai variabel global)
       berisi hasil pengurangan matriks A dengan B }
KAMUS LOKAL
     i, j : integer
ALGORITMA
     i traversal [1..3]
          j traversal [1..3]
               MHasil[i][j] ← MA[i][j] - MB[i][j]
     i traversal [1..3]
          j traversal [1..3]
               output(MHasil[i][j])
```

Solusi 2 – Cetak Matriks Satuan A

```
procedure CetakMatriksSatuanA
{ I.S. MA sudah didefinisikan sebagai variabel global sebagai
       array [1..3] of array [1..3] of integer dan sudah terisi }
{ F.S. Tercetak ke layar apakah MA matriks satuan atau bukan }

KAMUS LOKAL
       i, j, count : integer

ALGORITMA
       count ← 0
       i traversal [1..3]
              i traversal [1..3]
                     if (MA[i][j] ≠ 0) and (MA[i][j] ≠ 1) then
                       count ← count + 1

       if (count = 0) then { jika count = 0, berarti tidak ada elemen bukan 0/1 }
              output ("Matriks A adalah matriks satuan")
       else
              output ("Matriks A bukan matriks satuan")
```

Solusi 2 – Cetak Matriks Satuan B

```
procedure CetakMatriksSatuanB
{ I.S. MB sudah didefinisikan sebagai variabel global sebagai
       array [1..3] of array [1..3] of integer dan sudah terisi }
{ F.S. Tercetak ke layar apakah MB matriks satuan atau bukan }

KAMUS LOKAL
       i, j, count : integer

ALGORITMA
       count ← 0
       i traversal [1..3]
              i traversal [1..3]
                     if (MB[i][j] ≠ 0) and (MB[i][j] ≠ 1) then
                       count ← count + 1

       if (count = 0) then { jika count = 0, berarti tidak ada elemen bukan 0/1 }
              output ("Matriks B adalah matriks satuan")
       else
              output ("Matriks B bukan matriks satuan")
```

Solusi 2: Diskusi

- Perhatikan: masih banyak bagian kode yang “mirip” yang ditulis berulang-ulang, contoh:
  - InputMatriksA, InputMatriksB
  - CetakMatriksSatuanA, CetakMatriksSatuanB
    - Di dalamnya ada bagian memeriksa apakah suatu matriks merupakan matriks satuan/bukan
  - JumlahMatriksAB, KurangMatriksAB
    - Di dalamnya ada bagian mencetak matriks
- Dibanding kode solusi-1 sebenarnya tidak terlalu berbeda

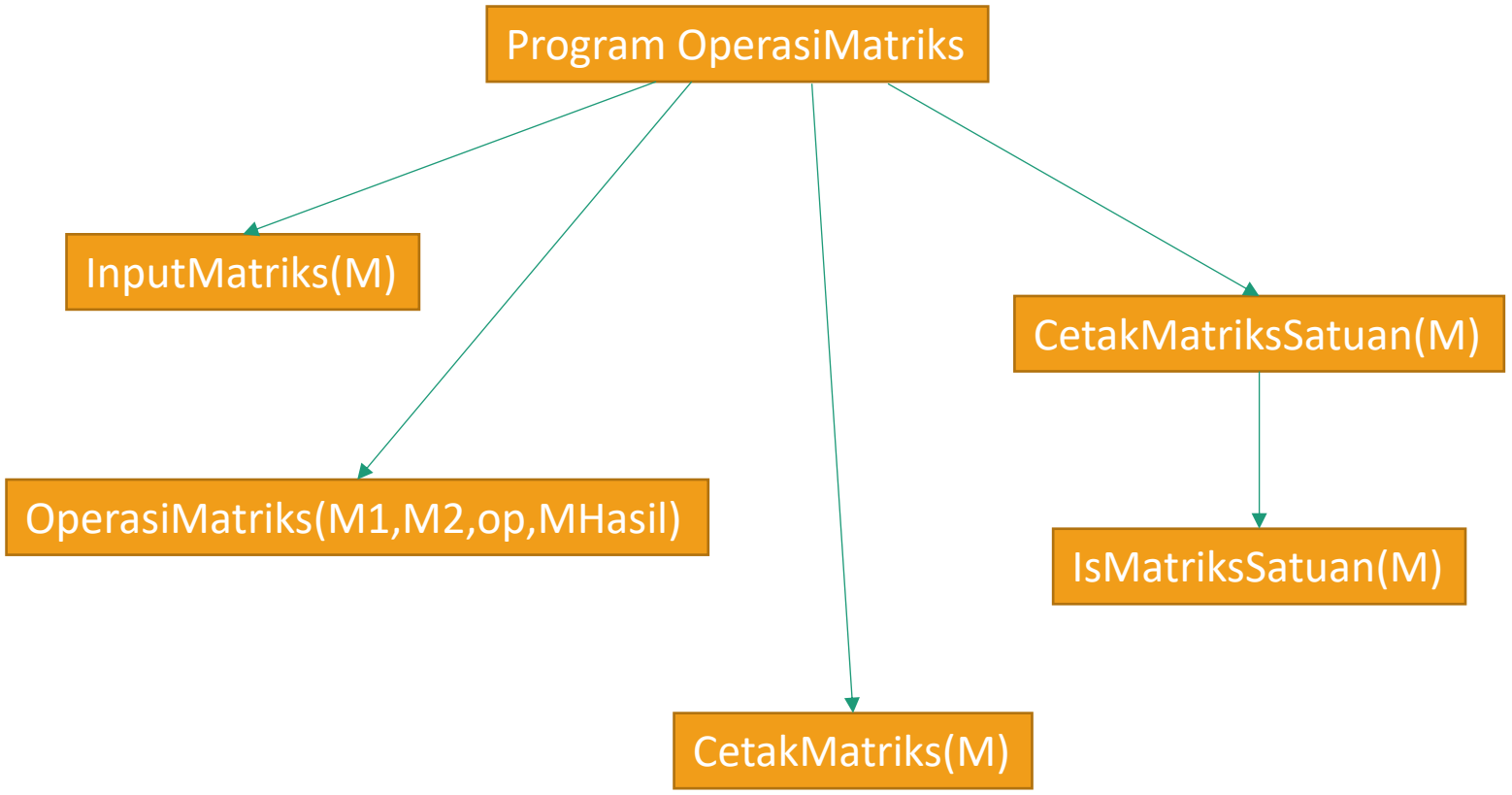
Solusi 3

Manfaatkan abstraksi dan generalisasi pola untuk menangkap parameter-parameter fungsi/prosedur

```
InputMatriks(MA)
InputMatriks(MB)

input(pilihan)

depend on pilihan
  pilihan = 1 : Operasi2Matriks(MA, MB, "+", MHasil)
                CetakMatriks(MHasil)
  pilihan = 2 : Operasi2Matriks(MA, MB, "-", MHasil)
                CetakMatriks(MHasil)
  pilihan = 3 : CetakMatriksSatuan(MA)
                CetakMatriksSatuan(MB)

  else : output ("Bukan pilihan yang benar");
```

Call function:
IsMatriksSatuan(MA)
IsMatriksSatuan(MB)

Dekomposisi Fungsional – Solusi 3



Solusi 3 – Input Matriks

```
procedure InputMatriks
                (output M : array [1..3] of array [1..3] of integer)
{ I.S. M sembarang }
{ F.S. M berisi data berdasarkan masukan dari user }

KAMUS LOKAL
      i, j : integer

ALGORITMA
      i traversal [1..3]
          j traversal [1..3]
              input(M[i][j])
```

Solusi 3 – Operasi 2 Matriks

```
procedure Operasi2Matriks
                    (input M1 : array [1..3] of array [1..3] of integer;
                     input M2 : array [1..3] of array [1..3] of integer;
                     input op : character;
                     output MHasil : array [1..3] of array [1..3] of integer)
{ I.S. M1 dan M2 sudah terdefinisi dan terisi, op terdefinisi dengan nilai
       "+" atau "-" }
{ F.S. MHasil berisi hasil operasi M1 dengan M2 tergantung op }

KAMUS LOKAL
       i, j : integer

ALGORITMA
       i traversal [1..3]
              j traversal [1..3]
                    if (op = "+") then
                           MHasil[i][j] ← M1[i][j] + M2[i][j]
                    else { op = "-" }
                           MHasil[i][j] ← M1[i][j] – M2[i][j]
```

Solusi 3 – Cetak Matriks

```
procedure CetakMatriks
                  (input M : array [1..3] of array [1..3] of integer)
{ I.S.: M terdefinisi }
{ F.S.: M tercetak ke layar dalam bentuk matriks 3x3 }

KAMUS LOKAL
      i, j : integer

ALGORITMA
      i traversal [1..3]
            j traversal [1..3]
                  output (M[i][j], " ");
```

Solusi 3 – Cetak Matriks Satuan

```
procedure CetakMatriksSatuan
                (input M : array [1..3] of array [1..3] of integer)
{ I.S. M sudah terdefinisi }
{ F.S. Tercetak ke layar apakah MA matriks satuan atau bukan }
KAMUS LOKAL

ALGORITMA
      if (IsMatriksSatuan(M)) then
            output(“ adalah matriks satuan”)
      else
            output(“ bukan matriks satuan”)
```

Solusi 3 – Cek Matriks Satuan

```
function IsMatriksSatuan
        (M : array [1..3] of array [1..3] of integer) → boolean
{ menghasilkan true jika M adalah matriks satuan }

KAMUS LOKAL
      i, j, count : integer

ALGORITMA
      count ← 0
      i traversal [1..3]
           j traversal [1..3]
                if (M[i][j] ≠ 0) and (M[i][j] ≠ 1) then
                  count ← count + 1
      → (count = 0)
```

Potongan Program Utama – Solusi 3

```
InputMatriks(MA)
InputMatriks(MB)
input (pilihan)
depend on (pilihan)
   pilihan = 1 : Operasi2Matriks(MA, MB, '+', MHasil)
                 CetakMatriks(MHasil)
   pilihan = 2 : Operasi2Matriks(MA, MB, '-', MHasil)
                 CetakMatriks(MHasil)
   pilihan = 3 : output ("Matriks A")
                 CetakMatriksSatuan(MA)
                 output ("Matriks B")
                 CetakMatriksSatuan(MB)
else : output ("Bukan pilihan yang benar")
```

Solusi 3 - Diskusi

- Dibandingkan dengan solusi 1 dan 2, kode yang berulang lebih sedikit: lebih memudahkan *maintenance dan debugging*
- Dekomposisi dalam bentuk fungsi/prosedur:
  - Fungsionalitas tertentu “diserahkan” pada fungsi/prosedur tertentu
  - *Readability* program meningkat
  - Pembagian tugas *programmer* lebih mudah
  - Harus didasarkan pada abstraksi dan generalisasi pola yang baik
  - Interdependensi antar fungsi/prosedur dan program utama
- Penggunaan variabel/parameter bertype array [1..3] of array [1..3] of integer

Abstraksi Data Matriks (1)

Untuk semua solusi sebelumnya digunakan variabel/parameter bertype array [1..3] of array [1..3] of integer:

```
{ KAMUS }
   MA, MB : array [1..3] of array [1..3] of integer
   MHasil : array [1..3] of array [1..3] of integer

{ Definisi Prosedur, contoh }
procedure InputMatriks(output M : array [1..3] of array [1..3] of integer)
```

Abstraksi Data Matriks (2)

Gunakan type bentukan untuk menggantikan array of array yang merepresentasikan matriks

```
{ KAMUS }
type Matriks : array [1..3] of array [1..3] of integer
MA, MB : Matriks
MHasil : Matriks

{ Definisi Prosedur, contoh }
procedure InputMatriks (output M : Matriks)
```

Solusi 4 – Input Matriks

```
procedure InputMatriks (output M : Matriks)
{ I.S.: M sembarang }
{ F.S.: Setiap elemen M terdefinisi berdasarkan pembacaan dari
        keyboard }

KAMUS LOKAL
      i, j : integer

ALGORITMA
      i traversal [1..3]
           j traversal [1..3]
                input (M[i][j])
```

BUAT BAGIAN PROGRAM YANG LAIN SEBAGAI LATIHAN

Abstraksi Lebih Lanjut Struktur Data Matriks

Bagaimana jika ukuran matriks bukan 3x3, tetapi NBrsEff x NKolEff ??

```
{ KAMUS }
constant NMax : integer = 10
type  Matriks :
          < T : array [1..NMax] of array [1..NMax] of integer,
            NBrsEff : integer,
            NKolEff : integer >
MA, MB : Matriks
MHasil : Matriks

{ Definisi Prosedur, contoh }
procedure InputMatriks (output M : Matriks)
```

Abstraksi Lebih Lanjut: ADT Matriks

- Struktur data Matriks dibungkus dalam ADT
- Akan dibahas pada perkuliahan di paruh semester kedua

Translasi Fungsi dan Prosedur dalam Bahasa C

Fungsi (Bahasa C)

```
type-hasil NAMAFUNGSI (type1 param1, type2 param2, ...) {
/* Spesifikasi fungsi */

        /* KAMUS LOKAL */
        /* Semua nama yang dipakai dalam algoritma dari fungsi */

        /* ALGORITMA */
        /* Deretan fungsi algoritmik: pemberian harga, input, output, analisis kasus,
           pengulangan */

        /* Pengiriman harga di akhir fungsi, harus sesuai
           dengan type-hasil */
        return hasil;
}
```

Pemanggilan fungsi (Bahasa C)

```
/* Program POKOKPERSOALAN */
/* Spesifikasi: Input, Proses, Output */
/* Prototype Fungsi */
type-hasil NAMAFUNGSI ([list <type nama> input]);
/* Spesifikasi Fungsi */
int main () {
        /* KAMUS */
        /* Semua nama yang dipakai dalam algoritma */
        /* ALGORITMA */
        /* Deretan instruksi pemberian harga, input, output, analisis kasus, pengulangan yang
      memakai fungsi */
        /* Harga yang dihasilkan fungsi juga dapat dipakai dalam ekspresi */
        nama = NAMAF ([list parameter aktual]);
        printf ("[format]", NAMAF ([list parameter aktual]));
        /* Harga yang dihasilkan fungsi juga dapat dipakai dalam ekspresi */

        return 0;
}
/* Body/Realisasi Fungsi diletakkan setalah program utama */
type-hasil NAMAFUNGSI ([list <type nama> input]) {
/* Spesifikasi Fungsi */
}
```

Prosedur (Bahasa C)

```
void NAMAPROSEDUR (type1 nama1, type2 *nama2, type3 *nama3)
/* Spesifikasi, Initial State, Final State */
{
        /* KAMUS LOKAL */
        /* Semua nama yang dipakai dalam BADAN PROSEDUR */

        /* ALGORITMA */
        /* Deretan instruksi pemberian harga, input, output, analisis kasus,
           pengulangan, atau prosedur */

}
```

Pemanggilan Prosedur (Bahasa C)

```
/* Program POKOKPERSOALAN */
/* Spesifikasi: Input, Proses, Output */

/* Prototype prosedur */
void NAMAP (type1 nama1, type2 *nama2, type3 *nama3);
/* Spesifikasi prosedur, initial state, final state */

int main () {
        /* KAMUS */
        /* semua nama yang dipakai dalam algoritma */

        /* ALGORITMA */
        /* Deretan instruksi pemberian harga, input, output, analisis kasus, pengulangan */
        NAMAP(paramaktual1, &paramaktual2, &paramaktual3);

        return 0;
}

/* Body/Realisasi Prosedur diletakkan setelah program utama */
```

Translasi parameter formal/aktual prosedur

NOTASI ALGORITMIK	BAHASA C
Definisi/deklarasi Prosedur (parameter formal)	

`procedure NAMAP (input nama1: type1,`
`input/output nama2: type2,`
`output nama3: type3)`
	`void NAMAP (type1 nama1,`
	`type2 *nama2,`
	`type3 *nama3);`

Pemanggilan prosedur (parameter aktual)	
`NAMAP (namaaktual1, namaaktual2, namaaktual3)`	`NAMAP (namaaktual1, &namaaktual2, &namaaktual3);`

Latihan Soal

Semua soal latihan berikut dikerjakan dalam notasi algoritmik, kecuali dinyatakan lain.

Latihan Soal 1

- Tuliskan fungsi **Max2** yang menerima masukan 2 buah bilangan real dan menghasilkan sebuah bilangan real, yaitu salah satu dari kedua bilangan tersebut yang terbesar.
- Kemudian dengan menggunakan fungsi Max2, tuliskan fungsi lain **Max3** yang menghasilkan nilai terbesar dari 3 buah bilangan real
- Contoh:
  - Max2 (1,2) → 2
  - Max2 (10,2) → 10
  - Max3 (1,2,3) → 3
  - Max3 (10,2,3) → 10

Latihan Soal 2

- Didefinisikan type bentukan Tanggal untuk mewakili hari seperti pada kalender yang kita pakai sehari-hari

```
type Tanggal : < DD : integer[1..31], { hari }
                 MM : integer[1..12], { bulan }
                 YY : integer > 0     { tahun }  >
```

  - Contoh konstanta: < 5, 12, 2024> adalah 5 Desember 2024
- Buatlah fungsi **NextDay** yang menerima masukan sebuah Tanggal dan menghasilkan tanggal keesokan harinya.
- Contoh:
  - NextDay(<13,4,2000>) → <14,4,2000>
  - NextDay(<30,4,2024>) → <1,5,2024>

Latihan Soal 3

- Buatlah prosedur **Tukar** yang menukar dua nilai integer yang tersimpan dalam dua buah nama, misalnya a dan b.
  - I.S. diberikan a = A dan b = B
  - F.S. a = B dan b = A
- Menggunakan prosedur Tukar, buatlah prosedur **Putar3Bil** yang digunakan untuk “memutar” 3 buah nama integer.
  - Contoh: Jika a = 1, b = 2, c = 3, maka a = 3, b = 1, c = 2

Latihan Soal 4 - 1

- Buatlah program lengkap yang menerima masukan tanggal hari ini bertype Tanggal (lihat definisi type pada soal 2) dan menuliskan tanggal hari ini dan keesokan harinya ke layar.
- Beberapa hal yang harus dilakukan:
  - Input data Tanggal harus dibuat dalam suatu prosedur bernama **BacaTanggal**. BacaTanggal yang menghasilkan sebuah tanggal yang valid (apa definisi tanggal valid?). Gunakan skema validasi dengan pengulangan (skema validasi II) untuk mendapatkan Tanggal valid.
  - Buat fungsi **IsTanggalValid** yang menerima masukan 3 buah integer yang merepresentasikan masukan untuk hari, bulan, dan tahun dan menghasilkan true jika masukan hari, bulan, tahun dapat menghasilkan bulan valid.

Latihan Soal 4 - 2

- Beberapa hal yang harus dilakukan:
  - Menuliskan data Tanggal ke layar harus menggunakan sebuah prosedur bernama **TulisTanggal** yang menerima masukan bertype Tanggal dan menuliskan tanggal ke layar dalam bentuk <hari> <nama bulan> <tahun>.
  - Contoh: Tanggal <13,4,2024> akan dicetak sebagai 13 April 2024.
  - Buatlah fungsi **NamaBulan** yang digunakan untuk mengkonversi bulan (integer[1..12]) menjadi nama bulan (string) dalam Bahasa Indonesia Januari, Februari, …, dst.
  - Gunakan fungsi **NextDay** yang telah dibuat pada latihan soal 2 untuk mendapatkan keesokan hari suatu Tanggal.

Latihan Soal 5

- Translasikan semua hasil latihan soal 1 s.d. 4 dalam Bahasa C.