



# MODUL PRAKTIKUM

# PEMROGRAMAN KOMPUTER

# DENGAN PYTHON



**Program Studi Matematika**

Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

2021



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur ke hadirat Allah ﷺ, yang telah memberikan ramat-Nya sehingga Modul Ajar Pemrograman Komputer dengan Python ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya. Sholawat serta salam kita haturkan kepada junjungan kita Baginda Nabi Muhammad ﷺ, semoga kelak di hari akhir kita mendapatkan syafa'at beliau.

Modul ajar ini dibuat sebagai pedoman dalam melakukan kegiatan pembelajaran Pemrograman Komputer yang merupakan kegiatan penunjang mata kuliah pada Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Modul ajar ini diharapkan dapat membantu mahasiswa/i dalam mempersiapkan dan melaksanakan perkuliahan dengan lebih baik, terarah, dan terencana. Pada setiap topik telah dijelaskan teori singkat untuk memperdalam pemahaman mahasiswa/i mengenai materi yang dibahas.

Penyusun menyakini bahwa dalam pembuatan Modul Ajar Pemrograman Komputer dengan Python ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan buku ajar ini di masa yang akan datang. Akhir kata penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Malang, 13 November 2019

Penyusun



## **DAFTAR ISI**

KATA PENGANTAR .....	
DAFTAR ISI .....	iv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	2
1.1 Instalasi .....	2
1.2 Memulai .....	2
1.3 Bahasa Python.....	3
BAB 2 VARIABEL .....	4
2.1 Tipe Numerik .....	4
2.2 Tipe String.....	6
BAB 3 TIPE DATA KOLEKSI.....	8
3.1 Tipe List.....	8
3.2 Tipe Dictionary .....	9
3.3 Tipe Tuple .....	9
3.4 Tipe Set .....	10
BAB 4 FUNGSI.....	12
4.1 Fungsi Global .....	12
4.2 Fungsi Lokal .....	13
4.3 Fungsi Lambda.....	13
4.4 Parameter Default .....	14
BAB 5 CONTROL FLOW .....	16
5.1 Ekspresi Boolean.....	16

5.2	Operators .....	17
5.3	Conditional execution .....	17
5.4	Perulangan (Looping).....	22
BAB 6	DATA VISUALIZATION .....	28
6.1	Visualisasi Data.....	28
6.2	Matplotlib.....	28
6.3	Persiapan Data.....	29
BAB 7	LIBRARY NUMPY .....	32
7.1	Pengantar NumPy.....	32
7.2	Operasi-operasi Dasar pada NumPy.....	37
7.3	Fungsi Universal .....	39
7.4	Indexing, Slicing and Iterating .....	40
7.5	Mengubah bentuk sebuah array.....	43
7.6	Menumpuk bersama array yang berbeda.....	44
7.7	Memecah Array Menjadi Beberapa Bagian yang Lebih Kecil .....	46
7.8	Menyalin dan menampilkan .....	47
7.9	Aljabar Linier .....	48
7.10	Automatic Reshaping .....	49
7.11	Penumpukan Vektor .....	49
BAB 8	LIBRARY SYMPY .....	52
8.1	Pengantar SymPy .....	52

BAB 9 PEMROGRAMAN BERBASIS OBJEK DENGAN PYTHON.....	56
9.1    Konsep <i>Class</i> dan Objek .....	56
9.2 <i>Encapsulation</i> .....	62
9.3 <i>Inheritance</i> .....	67
9.4 <i>Polymorphism</i> .....	73
BAB 10 PEMROGRAMAN GUI DENGAN PYTHON DAN PYQT5	76
10.1    Pengenalan GUI dengan PyQt5.....	76
10.2    Membuat Window Awal .....	77
10.3    Signal dan Slots.....	81
10.4    Layouting .....	84
10.5    Menggunakan GtDesigner untuk Merancang GUI.....	90



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Bahasa pemrograman Python mulai populer saat dikarenakan berbagai hal; mudah dipelajari, tersedia dan banyak library-nya. Nanti akan kita bahas beberapa library Python ini. Lengkapnya library ini juga yang menyebabkan Python dipergunakan di berbagai aplikasi. Berbagai sekolah (dan perguruan tinggi) bahkan mengajarkan Python sebagai pengantar pemrograman.

Bahasa Python tersedia untuk berbagai sistem operasi; Windows, Mac OS, dan berbagai variasi dari UNIX (Linux, \*BSD, dan seterusnya). Di dalam buku ini saya akan menggunakan contoh-contoh yang saya gunakan di komputer saya yang berbasis Windows. Meskipun seharusnya semuanya kompatibel dengan berbagai sistem operasi, kemungkinan ada hal-hal yang agak berbeda. Jika hal itu terjadi, gunakan internet untuk mencari jawabannya.

### **1.1 Instalasi**

Python dapat diperoleh secara gratis dari berbagai sumber. Sumber utamanya adalah di situs [python.org](http://python.org). Untuk sementara ini bagian ini saya serahkan kepada Anda. Ada terlalu banyak perubahan sehingga bagian ini akan cepat kadaluwarsa.

Untuk sistem operasi berbasis Linux dan Mac OS, Python sudah terpasang sebagai bawaan dari sistem operasinya. Jika Anda ingin menggunakan versi terbaru maka Anda harus memasangnya sendiri dengan mengunduh instalasinya di [python.org](http://python.org).

### **1.2 Memulai**

Sekarang kita dapat memulai pemrograman Python dengan menuliskan program “hello world” (yang merupakan standar bagi belajar pemrograman). Ketikkan “print ...” (dan seterusnya seperti di bawah ini).

```
print("Hello, world!")
Hello, world!
```

Python akan menampilkan apapun yang ada di antara tanda petik tersebut. Hore! Anda berhasil membuat program Python yang pertama.

Mari kita lanjutkan dengan membuat program yang lebih panjang. Program Python dapat disimpan di dalam sebuah berkas untuk kemudian dieksekusi belakangan. Buka editor kesukaan Anda dan ketikkan program hello world di atas di dalam editor Anda tersebut. Setelah itu simpan berkas tersebut dengan nama “hello.py”. Biasanya berkas program Python ditandai dengan akhiran (extension) “.py”.

Setelah berkas tersebut tersedia, maka kita dapat menjalankan Python dengan memberikan perintah Run Module (F5).

```
Hello, world!
```

### 1.3 Bahasa Python

Tentang bahasa Python itu sendiri akan diperdalam pada versi berikutnya. Sementara itu fitur tentang bahasa Python akan dibahas sambil berjalan. Pendekatan ini saya ambil untuk membuat buku menjadi lebih menarik dan lebih singkat. Belajar seperlunya.

Hal yang sangat berbeda dari bahasa Python dengan bahasa pemrograman lainnya adalah masalah block dari kode. Bahasa pemrograman C misalnya menggunakan tanda kurung kurawal “{” untuk menyatakan blok. Sementara itu Python menggunakan indentation untuk menyatakan satu blok. Lihat contoh di bawah ini.

```
for i in range(10):
    print(i)
```

Disarankan untuk menggunakan spasi sebanyak empat (4) buah untuk indentation tersebut. (Ini membuat banyak perdebatan karena ada banyak orang yang menggunakan tab bukan spasi.)

## BAB 2

### VARIABEL

#### 2.1 Tipe Numerik

Python mendukung beberapa tipe data untuk keperluan penyimpanan data numerik. Data numerik yang dapat digunakan meliputi bilangan bulat, bilangan riil, dan bilangan kompleks. Semua objek dari tipe numerik tidak dapat diubah nilainya atau bersifat immutable. Bagian ini menjelaskan tentang masing-masing tipe data tersebut.

##### 2.1.1 Bilangan Bulat

Terdapat dua tipe data bilangan bulat yang didukung oleh python 3, yaitu integer (int) dan boolean (bool). Python 3 tidak memiliki nilai maksimum untuk tipe int. Untuk mengonversi bilangan bulat ke string, gunakan fungsi str(), seperti berikut:

```
>>> a = 12345
>>> type(a)
<class 'int'>
>>> b = str(a)
>>> b '12345'
>>> type(b)
<class 'str'>
```

Sebaliknya jika anda ingin mengonversi nilai dari tipe string ke int, gunakan fungsi int( ).

```
>>> a = '12345'
>>> type(a)
<class 'str'>
>>> b = int(a)
>>> b 12345
>>> type(b)
<class 'int'>
```

Tipe bool digunakan untuk menyatakan tipe logika (boolean). Objek dari tipe bool hanya dapat diisi dengan nilai True atau False (huruf T dan F harus di tulis dalam huruf besar). jika dikonversikan ke tipe int, nilai true akan menghasilkan nilai 1 dan False menghasilkan nilai 1.

```
>>> int(True)
1
>>> int(False)
0
>>> a=True
>>> type(a)
<class 'bool'>
>>> int(a)
1
```

## 2.1.2 Bilangan Riil

Untuk merepresentasikan data bertipe bilangan riil (mengandung angka di belakang koma), Python menyediakan tipe float. Bilangan dengan tipe float ditulis menggunakan tanda titik (.), seperti berikut:

```
>>> a=123.456
>>> a
123.456
>>> type(a)
<class 'float'>
>>> a*2
246.912
```

Anda juga dapat menulis bilangan riil dalam bentuk eksponen, seperti berikut:

```
>>> a=8.9e-4
>>> a
0.00089
```

Notasi diatas menunjukkan nilai  $8.9 \times 10^{-4}$

untuk mengonversi bilangan dengan tipe float ke string, gunakan fungsi str( ). Sebaliknya, untuk mengonversi string ke tipe float, gunakan fungsi float( ).

```
>>> a=123.456
>>> type(a)
<class 'float'>
>>> b=str(a)
>>> b
'123.456'
>>> type(b)
<class 'str'>
>>> c=float(b)
>>> c
```

```
123.456
>>> type(c)
<class 'float'>
```

### 2.1.3 Bilangan Kompleks

Bilangan kompleks adalah bilangan yang mengandung pasangan bilangan dari tipe float. Bagian pertama merupakan bagian riil dan bagian kedua merupakan bagian imajiner, kedua bagian tersebut digabung menggunakan tanda + atau - dan diakhiri dengan huruf j.

```
>>> a=-9+17j
>>> a
(-9+17j)
>>> type(a)
<class 'complex'>
>>> a.real
-9.0
>>> a.imag
17.0
```

## 2.2 Tipe String

Dalam Python, teks (string) merupakan kumpulan karakter Unicode yang direpresentasikan dengan tipe str. Objek string dapat dibuat melalui tiga cara, yaitu:

- Menggunakan tanda petik tunggal
- Menggunakan tanda petik ganda
- Menggunakan tanda petik tunggal atau petik ganda yang ditulis tiga kali

Cara Terakhir biasanya hanya digunakan untuk membuat string panjang yang jumlahnya lebih dari satu baris

```
>>> s1='PyQt'
>>> s1
'PyQt'
>>> s2="Python"
>>> s2
'Python'
>>> s3=""" Pemrograman GUI dengan Python dan PyQt """
>>> s3
'\nPemrograman GUI\ndengan Python dan PyQt\n'
>>> s4=""" Pemrograman GUI dengan Python dan PyQt """

```

```
>>> s4
'\nPemrograman GUI\ndengan Python dan PyQt\n'
>>> b='python'
>>> b
'python'
>>> b=b.capitalize()
>>> b
'Python'
>>> b=b.upper()
>>> b
'PYTHON'
>>> b=b.lower()
>>> b
'python'
>>> b.isupper()
False
>>> b.islower()
True
>>> s=' '.join(['saya', 'makan', 'ayam'])
>>> s
'saya makan ayam'
>>> nim='16610021'
>>> nim.isnumeric()
True >>>
nim='16610o21'
>>> nim.isnumeric()
False
```

## BAB 3

### TIPE DATA KOLEKSI

#### 3.1 Tipe List

List merupakan objek yang bersifat mutable atau nilainya dapat diubah. Kita dapat menambah, mengubah, maupun menghapus elemen-elemen yang terdapat di dalam list. Objek list dibuat menggunakan tanda [ ]. Setiap objek atau elemen yang terdapat di dalam list harus dibatasi menggunakan tanda koma, tapi tidak harus sejenis. Artinya, bisa saja list berisi beberapa objek yang berasal dari tipe berlainan, misalnya str, int, dan sebagainya.

```
>>> list1=[100,200,300,400]
>>> list2=[1,'Pemrograman Komputer',12000.00]
>>> list=[10,8,12,6,15]
>>> list
[10, 8, 12, 6, 15]
>>> len(list)#Menghitung banyaknya elemen didalam list
5
>>> li=[10,8,12,6,15]
>>> li
[10, 8, 12, 6, 15]
>>> li[0],li[1],li[2],li[3],li[4]
(10, 8, 12, 6, 15)
>>> li[-5],li[-4],li[-3],li[-2],li[-1]
(10, 8, 12, 6, 15)
>>> li.append(20)#menambahkan elemen dalam list
>>> li.append(25)
>>> li [10, 8, 12, 6, 15, 20, 25]
>>> li.extend([100,200,300])#menambahkan list dalam sebuah
list
>>> li
[10, 8, 12, 6, 15, 20, 25, 100, 200, 300]
>>> li[0]=99
>>> li[1]=77
>>> li
[99, 77, 12, 6, 15, 20, 25, 100, 200, 300]
>>> li.remove(99) #menghapus elemen di dalam list
>>> li.remove(300)
>>> li.remove(15)
>>> li
[77, 12, 6, 20, 25, 100, 200]
>>> li.clear() #Menghapus Semua elemen didalam list
```

```
>>> li
[]
```

### 3.2 Tipe Dictionary

Dictionary (kamus) atau sering juga disebut tipe mapping merupakan objek yang berisi daftar pasangan kunci dan nilai (key-value pair). Pada struktur data list, elemen-elemen diindeks berdasarkan bilangan positif maupun negatif tergantung dari arah mana elemen-elemen tersebut akan diakses. Pada struktur dat dictionary, elemen-elemen akan diindeks berdasarkan kuncinya. Objek yang dijadikan sebagai kunci dapat berasal dari tipe apa saja, tapi pada umumnya berupa string, atau paling tidak berupa bilangan. Berbeda dengan list, dictionary dibuat menggunakan { }. Setiap pasangan kunci dan nilai harus dipisahkan menggunakan tanda ( : ).

```
>>> na={'A':4, 'B':3, 'C':2, 'D':1, 'E':0}
>>> na
{'A': 4, 'B': 3, 'C': 2, 'D': 1, 'E': 0}
>>> na.keys() #Menampilkan Kata Kunci(key) dalam Dictionary
dict_keys(['A', 'B', 'C', 'D', 'E'])
>>> na.values() #Menampilkan Kata Value dalam Dictionary
dict_values([4, 3, 2, 1, 0])
>>> na['A']
4
>>> na['B']
3
>>> na['C']
2
>>>
>>> kamus={'mouse':'tikus','cat':'kucing'}
>>> kamus['cat']
'kucing'
>>> kamus.keys()
dict_keys(['mouse', 'cat'])
>>> kamus.values()
dict_values(['tikus', 'kucing'])
```

### 3.3 Tipe Tuple

Tuple adalah tipe koleksi yang mirip dengan list. Pebedaannya, tuple bersifat immutable atau elemen-elemennya tidak dapat diubah, baik nilainya maupun jumlah elemennya. Ini berarti bahwa kita tidak dapat

menambah, mengubah, atau menghapus elemen di dalam tuple. Dengan kata lain, tuple merupakan koleksi yang bersifat konstan. Tuple dibuat menggunakan tanda ( ).

```
>>> t=(10,20,30)
>>> t[0]
10
>>> t[1]
20
>>> t[2]
30
>>> t[-3],t[-2],t[-1]
(10, 20, 30)
>>> len(t) #Menghitung banyaknya elemen didalam Tuple
3
```

### 3.4 Tipe Set

Set (himpunan) adalah tipe koleksi yang setiap elemennya bersifat unik. Dengan demikian, di dalam set tidak akan pernah ada duplikasi nilai elemen. Jika pada saat pembuatan set terdapat beberapa elemen yang nilainya sama, maka elemen-elemen tersebut hanya akan diambil satu, sisanya secara otomatis akan dibuang. Set dibuat menggunakan fungsi set( ) dengan parameter bisa berupa list, dictionary, tuple, maupun string.

```
>>> s=set([10,10,20,30,30,30])
>>> s
{10, 20, 30}
>>> len(s)
3
>>> s.add(60) #Menambahkan anggota himpunan(set)
>>> s
{10, 20, 30, 60}
>>> len(s)
4
```



## BAB 4

## FUNGSI

Fungsi adalah bagian atau blok program yang berisi satu tugas spesifik. Ketika dipanggil, fungsi ada yang menghasilkan atau mengembalikan nilai dan ada juga yang tidak. Nilai yang dihasilkan oleh fungsi disebut dengan istilah nilai balik (return value). Dalam beberapa bahasa pemrograman lain, fungsi dengan nilai balik disebut fungsi dan fungsi tanpa nilai balik disebut prosedur. fungsi hanya perlu didefinisikan satu kali, tapi dapat digunakan atau dipanggil berkali-kali. Dalam Phyton, fungsi didefinisikan menggunakan perintah def melalui bentuk umum berikut :

```
def NamaFungsi(parameter1,parameter2,...):  
    #badan fungsi
```

Daftar parameter dari suatu fungsi bersifat opsional, tapi sebagian besar fungsi pada umumnya memiliki satu parameter atau lebih. Terdapat empat jenis fungsi yang dapat dibuat di dalam Phyton, yaitu : fungsi global, fungsi lokal, dan fungsi lambda.

### 4.1 Fungsi Global

Fungsi global adalah fungsi yang didefinisikan di dalam suatu modul dan dapat dipanggil oleh fungsi lain, baik yang berada di dalam modul yang sama maupun modul lain.

```
>>> def kali(a,b):  
    c=a*b  
    return c # mengembalikan nilai ke baris pemanggil  
>>> def tulis(s):  
    print(s)  
>>> z=kali(10,5)  
>>> z  
50  
>>> tulis('Pemrograman Komputer I dengan Python')  
Pemrograman Komputer I dengan Python  
>>> tulis(z)  
50
```

## 4.2 Fungsi Lokal

Fungsi lokal adalah fungsi yang didefinisikan di dalam fungsi lain. fungsi lokal sering disebut fungsi bersarang (nested function). berbeda dengan fungsi global, fungsi lokal hanya akan dikenal oleh fungsi luar tempat fungsi lokal tersebut didefinisikan.

```
>>> def persentase(a,b,c):
    def hitungPersen(x):
        total=a+b+c
        return(x*100.0)/total
        print("Persentase: %f\t%f\t%f" %
(hitungPersen(a),hitungPersen(b),hitungPersen(c)))
>>> persentase(50,50,50)
Persentase: 33.333333 33.333333 33.333333
>>> persentase(30,90,30)
Persentase: 20.000000 60.000000 20.000000
```

## 4.3 Fungsi Lambda

Fungsi lambda adalah suatu ekspresi untuk menangani tugas-tugas pemrograman yang sederhana. Fungsi jenis ini sering dikenal dengan fungsi tanpa nama (anonymous function) dan dibuat menggunakan kata kunci lambda. Bentuk umum penggunaan kata kunci lambda adalah sebagai berikut :

```
lambda DaftarParameter: ekspresi
```

Berikut ini contoh kode yang menunjukkan penggunaan kata kunci lamda.

```
>>> maks = lambda a,b: a if a>b else b
>>> maks(20,10)
20
>>> maks(100,200)
200
>>>
```

Jika ditulis dalam bentuk fungsi normal, kode di atas dapat diubah menjadi seperti berikut:

```
>>> def maks(a,b):
    if a>b:
        return a
```

```
        else:
            return b

>>> maks(20,10)
20
>>> maks(100,200)
200
```

Terdapat beberapa hal yang tidak dapat dilakukan pada fungsi lambda, sehingga kita perlu menggunakan fungsi normal. jika anda ingin menyertakan struktur pengulangan for maupun while, perintah-perintah non-ekspresi, dan perintah yang berjumlah lebih dari satu, maka anda tidak dapat menggunakan fungsi lambda. Fungsi lambda biasanya diperankan sebagai parameter dari suatu fungsi lain. Fungsi yang berperan sebagai parameter sering disebut dengan fungsi callback.

#### 4.4 Parameter Default

Suatu parameter fungsi dapat memiliki nilai default pada saat fungsi tersebut didefinisikan. Proses pengisian nilai ke dalam parameter dilakukan menggunakan operator penugasan (=). Melalui cara ini, kita dapat memanggil fungsi tanpa menyertakan nilai untuk parameter bersangkutan. Parameter seperti ini sering disebut parameter default atau parameter opsional. Parameter default harus ditempatkan pada urutan paling akhir dari daftar parameter lain.

```
>>> def tulis(s, gantibaris=True):
if not gantibaris:
print(s,end='')
else:
print(s)
>>> tulis('Python')
Python
>>> tulis('Python',False);tulis(' dan Ruby')
Python dan Ruby
>>> tulis('Python');tulis('Ruby')
Python
Ruby
>>>
```

Parameter gantibaris pada contoh kode di atas merupakan parameter default. Nilai default untuk parameter tersebut adalah True. Ini berarti bahwa jika fungsi tulis( ) dipanggil tanpa menyertakan parameter kedua, maka parameter ganti baris akan diisi dengan nilai True.

## BAB 5

### CONTROL FLOW

#### 5.1 Ekspresi Boolean

Sebuah ekspresi Boolean adalah ekspresi yang bernilai true atau false. Ekspresi ini digunakan untuk membandingkan dua nilai atau variabel (operand). Contoh berikut merupakan ekspresi boolean menggunakan operator ‘==’ (sama dengan / equality) untuk membandingkan 2 buah nilai:

```
>>> 5 == 5
True
>>> 5 == 6
False
```

True dan False merupakan tipe data khusus, yaitu boolean, bukan tipe data string. Selain operator ‘==’, ada beberapa operator lain yang bisa digunakan untuk membuat ekspresi boolean, operator-operator ini disebut operator relasi. Operator relasi ditunjukkan pada Tabel 5.1. Operator Relasi.

Tabel 5.1. Operator Relasi

Ekspresi	Deskripsi
$x == y$	bernilai True jika x sama dengan y
$x != y$	bernilai True jika x tidak sama dengan y
$x > y$	bernilai True jika x lebih dari y
$x < y$	bernilai True jika x kurang dari y
$x >= y$	bernilai True jika x lebih dari atau sama dengan y

$x \leq y$	bernilai True jika x kurang dari atau sama dengan y
------------	---

## 5.2 Operators

Operator logika merupakan jenis operator yang akan membandingkan logika hasil dari operator relasi. Terdapat macam operator yang termasuk dalam operator logika yaitu: and, or, dan not. Deskripsi dari masing-masing operator tersebut dijelaskan pada Tabel 5.2. Operator Logika.

Contoh operator and adalah  $x > 0$  and  $x < 10$  akan bernilai True jika dan hanya jika x lebih besar dari 0 dan kurang dari 10. Ekspresi  $n \% 2 == 0$  or  $n \% 3 == 0$  akan bernilai True jika bilangan n habis dibagi 2 atau 3. Ekspresi not ( $x > y$ ) bernilai True jika  $x > y$  bernilai False, yaitu jika x kurang dari atau sama dengan y.

Tabel 5.2. Operator Logika

Operator	Deskripsi
and	Melakukan pengecekan kondisi yang harus bernilai True untuk kedua operand secara bersamaan
or	Melakukan pengecekan kondisi yang dapat bernilai True pada salah satu atau kanan dan kiri
not	Melakukan pengecekan kondisi NOT, atau membalikkan kondisi. Contoh NOT

## 5.3 Conditional execution

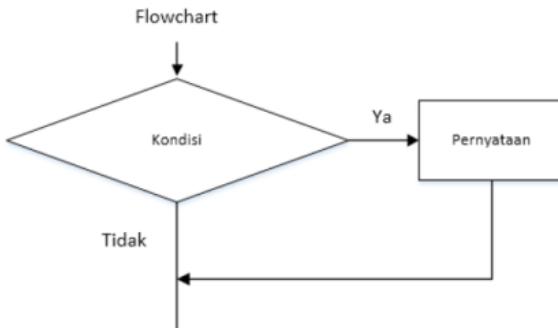
Pada saat membuat sebuah program, kadangkala kita membutuhkan pemilihan pernyataan mana yang akan dijalankan oleh komputer. Kemampuan pemilihan perintah inilah yang disebut conditional statement. Contoh sederhana dari pernyataan conditional ini adalah sebagai berikut:

```
if x > 0:  
    print('x is positive')
```

Pada contoh di atas, pernyataan `print 'x is positive'` akan dijalankan jika  $x > 0$ , sedangkan jika sebaliknya maka pernyataan tersebut tidak dijalankan. Ada beberapa conditional statement yang akan dibahas pada bab ini.

### 5.3.1 5.3.1 Conditional if

Conditional if digunakan untuk memilih apakah sebuah pernyataan akan dijalankan atau tidak sesuai kondisi yang diberikan. Alur pemilihan if ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Alur Pemilihan if

Sintaks pemilihan if adalah sebagai berikut:

```
if kondisi:  
    statement
```

Kondisi pada sintaks tersebut dapat berisi ekspresi relasi dan atau ekspresi logika.

### Percobaan Conditional if

1. Buka python editor dan buat script baru dengan nama "Percobaan1.py".
2. Tuliskan kode untuk mengambil masukan dari user.

```
nilai = input("Masukkan nilai Anda: ")
```

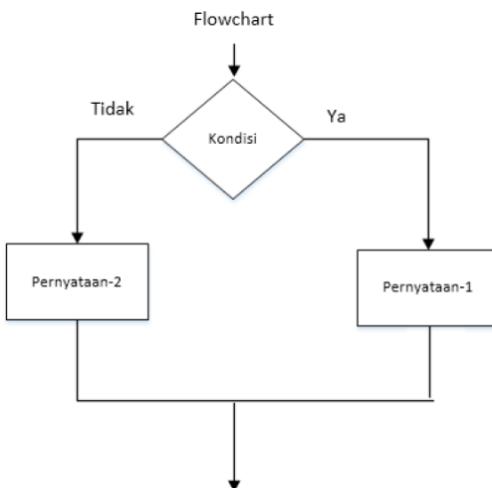
3. Tuliskan kode conditional if untuk melakukan pengecekan nilai. Jangan lupa konversikan variabel nilai menjadi int.

```
if int(nilai) >= 70:  
    print("Anda lulus ujian! SELAMAT!")
```

4. Jalankan program tersebut dan perhatikan hasilnya.

### 5.3.2 Conditional if-else

Conditional if-else digunakan untuk memilih pernyataan mana yang akan dijalankan dari 2 pernyataan sesuai kondisi yang diberikan. Alur pemilihan if-else ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2. Alur Pemilihan if-else

Sintaks pemilihan if-else adalah sebagai berikut:

```
if kondisi:  
    statement1  
else:  
    statement2
```

Pernyataan pada blok if akan dijalankan jika kondisi bernilai True, tapi jika bernilai False maka pernyataan pada blok else akan dijalankan.

### **Percobaan Conditional if-else**

1. Buka script Percobaan1.py yang sudah Anda buat.
2. Tambahkan kode conditional if-else untuk melakukan pengecekan nilai apakah lulus atau tidak.

```
if int(nilai) >= 70:  
    print("Anda lulus ujian! SELAMAT!")  
else:  
    print("Anda belum lulus ujian!")
```

3. Jalankan program tersebut dan perhatikan hasilnya.

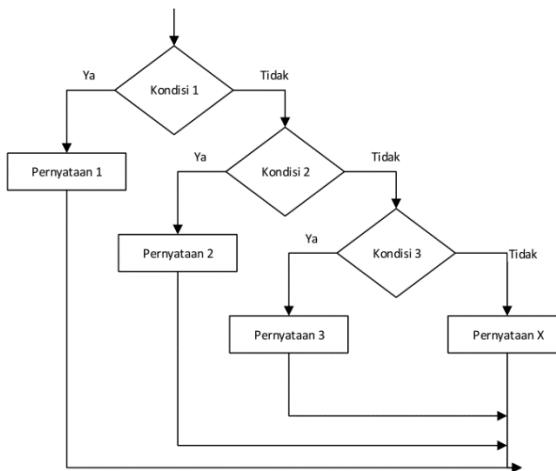
#### **5.3.3 Conditional if-elif-else**

Conditional if-elif-else digunakan untuk memilih pernyataan mana yang akan dijalankan dengan beberapa kondisi pengecekan. Alur pemilihan if-elif-else ditunjukkan pada Gambar 5.3.

Sintaks pemilihan if-elif-else adalah sebagai berikut:

```
if kondisi1:  
    statement1  
elif kondisi2:  
    statement2  
.  
.  
.  
else:  
    statementX
```

Pernyataan pada blok if akan dijalankan jika kondisi1 bernilai True, tapi jika bernilai False maka akan dicek kondisi2 pada elif dan seterusnya sampai dengan else.



Gambar 5.3. Alur Pemilihan if-elif-else

### Percobaan Conditional if-elif-else

1. Buka script Percobaan1.py yang sudah Anda buat pada Percobaan 1 dan 2.
2. Tambahkan kode conditional if-elif-else untuk melakukan pengecekan nilai apakah valid dan lulus atau tidak.

```

if int(nilai) < 0 or int(nilai) > 100:
    print("Nilai Anda TIDAK valid")
elif int(nilai) >= 70:
    print("Anda lulus ujian! SELAMAT!")
else:
    print("Anda belum lulus ujian!")
  
```

3. Jalankan program tersebut dan perhatikan hasilnya.

### Latihan

1. Buatlah program untuk menginputkan dua buah bilangan bulat, kemudian mencetak salah satu bilangan yang nilainya terbesar!
2. Pada akhir semester seorang dosen menghitung nilai akhir dari mahasiswa yang terdiri dari nilai uas, uts, kuis, dan tugas. Nilai

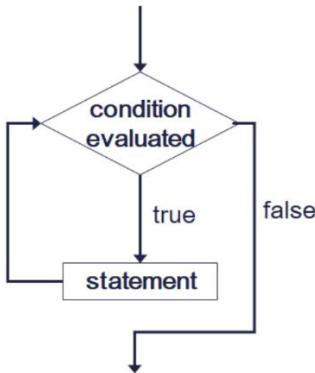
- akhir didapatkan dari 40% nilai uas, 30% nilai uts, 10% nilai kuis, dan 20% nilai tugas. Jika nilai akhir dari mahasiswa di bawah 65 maka mahasiswa tersebut akan mendapatkan remidi. Buatlah program untuk membantu mengetahui mahasiswa yang mendapatkan remidi berdasarkan nilai akhir yang didapatkannya!
3. Buatlah program kalkulator sederhana menggunakan Python. User akan memasukkan dua buah bilangan riil dan satu buah operator aritmatika (+, -, \*, atau /), kemudian program akan mengoperasikan dua bilangan tersebut dengan operator yang sesuai. Contoh tampilan program:

```
>>>
Masukkan bilangan pertama: 5
Masukkan operator (+,-,*,/): *
Masukkan bilangan kedua: 2.5
5.0 * 2.5 = 12.5
>>> |
```

Gambar 5.4. Contoh output program kalkulator sederhana

## 5.4 Perulangan (Looping)

Loop adalah suatu blok atau kumpulan instruksi yang dilaksanakan secara berulang-ulang. Perulangan yang disebut juga repetition akan membuat efisiensi proses dibandingkan jika dioperasikan secara manual. Diagram pada Gambar 5.5 mengilustrasikan sebuah pernyataan loop.



Gambar 5.5. Alur Perulangan

Ada dua jenis perulangan dalam Python, yaitu while loop dan for loop.

#### 5.4.1 While Loop

Perulangan dengan while akan mengulang sebuah pernyataan atau kumpulan pernyataan jika kondisi yang diberikan bernilai True. Kondisi akan dicek terlebih dahulu sebelum menjalankan body loop. Sintaks perulangan while adalah sebagai berikut:

```
while kondisi:
    statement
```

Contoh penggunaannya adalah sebagai berikut:

```
count = 0
while count < 5:
    print(count)
    count += 1 #menampilkan 0 1 2 3 4
```

#### Percobaan While Loop

Program untuk menghitung nilai faktorial.

1. Buka python editor dan buat script baru dengan nama "Faktorial.py".
2. Tuliskan fungsi faktorial yang berisi perulangan dengan while untuk menghitung nilai faktorial.

```
def faktorial(n):  
    fac = 1  
    i = 1  
    while i <= n:  
        fac = fac * i  
        i += 1  
    return fac
```

3. Tuliskan kode untuk mengambil masukan dari user. Jangan lupa konversikan variabel n menjadi int.

```
angka = int(input("Masukkan nilai yang akan dihitung:  
"))
```

4. Jalankan program tersebut dan perhatikan hasilnya.

```
faktorial(angka)
```

### Percobaan Looping dengan Break

1. Buka python editor dan buat script baru dengan nama "LoopBreak.py".
2. Tuliskan kode program berikut:

```
b = 0  
while True:  
    angka = int(input("Masukkan Angka: "))  
    b += angka  
    if b > 50:  
        break  
    print("Angka berhenti pada jumlah: " + b)
```

3. Jalankan program tersebut dan perhatikan hasilnya.

#### 5.4.2 For Loop

Perulangan dengan loop melakukan perulangan setiap elemen pada sebuah kumpulan data (array, list, dictionary, range). Sintaks perulangan for adalah sebagai berikut:

```
for element in sequence:  
    statement
```

Contoh penggunaannya adalah sebagai berikut:

```
primes = [2, 3, 5, 7]
```

```
for prime in primes:  
    print(prime) #menampilkan 2 3 5 7
```

## Percobaan For Loop

Program perulangan dengan for untuk menghitung jumlah total.

1. Buka python editor dan buat script baru dengan nama "ForLoop.py".
2. Buat list yang berisi beberapa angka.

```
numbers = [1,10,20,30,40,50]
```

3. Tuliskan kode untuk melakukan perhitungan jumlah total angka yang ada dalam list.

```
sum = 0  
for number in numbers:  
    sum += number
```

4. Jalankan program tersebut dan tampilkan hasilnya.

```
print(sum)
```

## Latihan

1. Buatlah program yang meminta masukan user sebuah bilangan bulat  $N$  di mana ( $N > 0$ ). Program kemudian menampilkan penjumlahan  $N$  bilangan genap positif pertama (bilangan genap  $\geq 0$ ). Contoh:
  - Jika user memasukkan  $N = 3$ , maka outputnya:  $0 + 2 + 4 = 6$
  - Jika user memasukkan  $N = 5$ , maka outputnya:  $0 + 2 + 4 + 6 + 8 = 20$
2. Buatlah sebuah program yang meminta masukan user sebuah bilangan bulat  $N$  dimana ( $N > 0$ ). Kemudian, program menampilkan penjumlahan  $N$  bilangan kuadrat pertama. Bilangan kuadrat adalah = 1,4,9,16,25,36,...,  $N^2$ . Contoh:
  - Jika user memasukkan  $N = 2$ , maka outputnya:  $1 + 4 = 5$
  - Jika user memasukkan  $N = 3$ , maka outputnya:  $1 + 4 + 9 = 14$

3. Buatlah sebuah program yang meminta masukan user sebuah bilangan bulat  $N$  dimana ( $N > 0$ ). Program kemudian memeriksa setiap digit yang ada di angka tersebut, dan menampilkan berapa jumlah digit yang ganjil dari bilangan  $N$  tersebut.
  - Jika user memasukkan  $N = 2345$ , jumlah digit yang ganjil = 2
  - Jika user memasukkan  $N = 993312$ , jumlah digit yang ganjil = 5



# BAB 6

## DATA VISUALIZATION

### 6.1 Visualisasi Data

Python sudah sangat mendukung untuk visualisasi data baik untuk plot grafik, scatter, bar, maupun yang lain. Ada banyak library yang bisa dipakai untuk melakukan visualisasi data, seperti matplotlib, bokeh, seaborn, dan sebagainya. Namun, tidak semua library kita bahas dalam tutorial ini.

### 6.2 Matplotlib

Visualisasi data pada python dapat dilakukan menggunakan library matplotlib. Matplotlib merupakan salah satu library python untuk plotting grafik 2D dengan environment yang interaktif. Untuk visualisasi sederhana kita bisa menggunakan modul pyplot pada library matplotlib. Visualisasi data menggunakan matplotlib langkah-langkah utamanya adalah:

1. import library matplotlib dan library lain yang dibutuhkan
2. menyiapkan data
3. plot data
4. menampilkan plot grafik

Contoh membuat plot grafik sederhana menggunakan matplotlib adalah sebagai berikut:

```
# import library
import matplotlib.pyplot as plt
# persiapan data
x = [1,2,3,4]
y = [10,20,25,30]
# membuat plot grafik
fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(111)
ax.plot(x, y, color='lightblue', linewidth=3)
ax.scatter([2,4,6],[5,15,25],color='darkgreen',
           marker='*')
ax.set_xlim(1, 6.5)
```

```
# menyimpan grafik
plt.savefig('foo.png')
# menampilkan grafik
plt.show()
```

## 6.3 Persiapan Data

Tahapan ini adalah tahapan untuk menyiapkan data, baik data 1D maupun data 2D. Persiapan data dapat dilakukan dengan membaca dari file (import file) atau dengan menggenerate data dengan program.

### 6.3.1 1D Data

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
x = np.linspace(0, 10, 100)
y = np.cos(x)
z = np.sin(x)
```

### 6.3.2 2D Data atau Gambar

```
data = 2*np.random.random((10, 10))
data2 = 3*np.random.random((10, 10))
Y, X = np.mgrid[-3:3:100j, -3:3:100j]
U = -1 - X ** 2 + Y
V = 1 + X - Y ** 2
from matplotlib.cbook import get_sample_data img =
np.load(get_sample_data('axes_grid/
bivariate_normal.npy'))
```

### 6.3.3 Import Spreadsheet

```
import pandas as pd
# Load csv
df = pd.read_csv('example.csv')
# Load excel spreadsheet
xl = pd.ExcelFile('example.xlsx')
# Print sheet names
print(xl.sheet_names)
# Load sheet ke sebuah DataFrame dengan nama:
df1
df1 = xl.parse('Sheet1')
```

### 6.3.4 Membuat Plot

```
fig = plt.figure()
fig2 = plt.figure(figsize=plt.figaspect(2.0))
Figure dan Axes
```

- Figure adalah seluruh window atau halaman. Kita dapat membuat banyak figure. Sebuah figure dapat mengandung beberapa komponen di dalamnya, seperti title, legend, axes, dan sebagainya.
- Axes adalah area di mana data akan divisualisaikan menggunakan fungsi plot() atau scatter(). Di dalam figure bisa terdapat banyak axes.

```
fig.add_axes()  
ax1 = fig.add_subplot(221) # row-col-num  
ax3 = fig.add_subplot(212)  
fig3, axes = plt.subplots(nrows=2,ncols=2)  
fig4, axes2 = plt.subplots(ncols=3)
```

## Melakukan Plot

Inisialisasikan figure dan axes yang akan dipakai

```
fig, ax = plt.subplots()
```

Menggambar titik dengan garis atau tanda yang menghubungkan masing-masing titik

```
lines = ax.plot(x,y)
```

Menggambar titik yang terpisah, berbeda ukuran dan atau warnanya

```
ax.scatter(x,y)
```

Menggambar diagram batang vertikal

```
axes[0,0].bar([1,2,3],[3,4,5])
```

Menggambar diagram batang horisontal

```
axes[1,0].barh([0.5,1,2.5],[0,1,2])
```

Menggambar garis horisontal pada axes

```
axes[1,1].axhline(0.45)
```

Menggambar garis vertikal pada axes

```
axes[0,1].axvline(0.65)
```

Menggambar polygon tertutup warna tertutup

```
ax.fill(x,y,color='blue')
```

Mewarnai antara  $y = \text{nilai}$  dan 0

```
ax.fill_between(x,y,color='yellow')
```

## Menampilkan dan Menyimpan Plot

Menampilkan plot grafik

```
plt.show()
```

Menyimpan figure

```
plt.savefig('foo.png')
# Menyimpan figure dengan background transparan
plt.savefig('foo.png', transparent=True)
```

## BAB 7

### LIBRARY NUMPY

#### 7.1 Pengantar NumPy

Topik utama dari NumPy adalah array multidimensi yang diindeks oleh tuple atau pasangan bilangan bulat positif. Dalam NumPy dimensi disebut sebagai axis, dan banyaknya axis disebut rank. Sebagai contoh, koordinat sebuah titik diruang 3D dinyatakan sebagai [1,2,1] yang merupakan sebuah array dengan rank 1 karena terdiri dari satu axis. Sedangkan panjang axis tersebut adalah 3.

Pada contoh berikut, array-nya mempunyai rank 2. Axis pertama panjangnya 2, dan axis kedua panjangnya 3.

```
[[ 1., 0.],  
 [ 0., 1., 2.]]
```

array NumPy disebut sebagai ndarray , atau dikenal juga dengan sebutan array. Catat bahwa numpy.array tidak sama dengan array Standard Python array.array, yang hanya bisa digunakan untuk array satu dimensi dan dengan fitur yang lebih sedikit. Atribut yang paling penting dari ndarray adalah:

ndarray.ndim banyaknya axis atau dimensi dari array. Di Python, banyaknya dimensi disebut sebagai rank.

ndarray.shape dimensi dari array. Ini adalah pasangan bilangan bulat yang menunjukkan ukuran array di setiap dimensi. Untuk matriks dengan n baris dan m kolom, bentuknya adalah (n, m). Panjang dari pasangan shape adalah rank, atau jumlah dimensi, ndim.

ndarray.size jumlah elemen dari array. Ini sama dengan perkalian elemen dari shape.

ndarray.dtype sebuah objek yang menggambarkan jenis elemen dalam array. Seseorang dapat membuat atau menentukan jenis dtype

menggunakan jenis Python standar. Selain itu NumPy menyediakan jenisnya sendiri. `numpy.int32`, `numpy.int16`, dan `numpy.float64` adalah beberapa contohnya.

`ndarray.itemsize` ukurandalambytedari setiap elemen array. Sebagai contoh, sebuah array dari elemen tipe `float64` memiliki `itemsize` 8 (= 64/8), sedangkan satu dari tipe `complex32` memiliki `itemsize` 4 (= 32/8). Ini sama dengan `ndarray.dtype.itemsize`.

`ndarray.data` buffer yang mengandung elemen sebenarnya dari array. Biasanya, kita tidak perlu menggunakan atribut ini karena kita akan mengakses elemen dalam array menggunakan fasilitas pengindeksan.

Contoh:

```
>>> import numpy as np
>>> a = np.arange(15).reshape(3, 5)
>>> a
array([[ 0,  1,  2,  3,  4],
       [ 5,  6,  7,  8,  9],
       [10, 11, 12, 13, 14]])
>>> a.shape
(3, 5)
>>> a.ndim
2
>>> a.dtype.name
'int64'
>>> a.itemsize
8
>>> a.size
15
>>> type(a)
<type 'numpy.ndarray'>
>>> b = np.array([6, 7, 8])
>>> b
array([6, 7, 8])
>>> type(b)
<type 'numpy.ndarray'>
```

### 7.1.1 Membuat Array

Ada beberapa cara untuk membuat array. Misalnya, Anda dapat membuat array dari list Python biasa atau pasangan menggunakan fungsi array. Tipe array yang dihasilkan disimpulkan dari tipe elemen dalam array.

```
>>> import numpy as np
>>> a = np.array([2,3,4])
>>> a
array([2, 3, 4])
>>> a.dtype
dtype('int64')
>>> b = np.array([1.2, 3.5, 5.1])
>>> b.dtype
dtype('float64')
```

Kesalahan yang sering terjadi dalam pembuatan array diantaranya adalah:

```
>>> a = np.array(1,2,3,4) # WRONG
>>> a = np.array([1,2,3,4]) # RIGHT
```

array mengubah barisan dari sebuah barisan menjadi array dua dimensi, barisan dari barisan sebuah barisan menjadi array tiga dimensi, dan seterusnya.

```
>>> b = np.array([(1.5,2,3), (4,5,6)])
>>> b
array([[ 1.5,  2. ,  3. ],
       [ 4. ,  5. ,  6. ]])
```

Jenis array juga dapat secara eksplisit ditentukan pada saat pembuatan:

```
>>> c = np.array( [ [1,2], [3,4] ],
                  dtype=complex )
>>> c
array([[ 1.+0.j,  2.+0.j],
       [ 3.+0.j,  4.+0.j]])
```

Seringkali, elemen dari sebuah array pada awalnya tidak diketahui, namun ukurannya diketahui. Oleh karena itu, NumPy menawarkan beberapa fungsi untuk membuat array yang memuat nilai awal. Hal

tersebut dapat meminimalkan pertumbuhan memori yang diperlukan array , sebagai operasi yang dianggap mahal.

Fungsi zeros menciptakan sebuah array yang berisi angka nol, fungsi ones yang menciptakan array yang berisi angka satu, dan fungsi empty men ciptakan array yang isinya acak dan bergantung pada keadaan memori. Secara default, dtype dari array yang dibuat adalah float64.

```
>>> np.zeros( (3,4) )
array([[ 0.,  0.,  0.,  0.],
       [ 0.,  0.,  0.,  0.],
       [ 0.,  0.,  0.,  0.]])  
  
>>> np.ones( (2,3,4), dtype=np.int16 ) # dtype
       can also be specified
array([[[ 1,  1,  1,  1],
       [ 1,  1,  1,  1],
       [ 1,  1,  1,  1]],
      [[ 1,  1,  1,  1],
       [ 1,  1,  1,  1]]], dtype=int16)
>>> np.empty( (2,3) ) # uninitialized , output
       may vary
array([[ 3.73603959e-262,  6.02658058e-154,
       6.55490914e-260],
      [ 5.30498948e-313,  3.14673309e-307,
       1.00000000e+000]])
```

Untuk membuat barisan angka, NumPy menyediakan fungsi yang mirip dengan range yang outputnya berupa array dan bukan berupa list .

```
>>> np.arange(10,30,5 )
array([10, 15, 20, 25])
>>> np.arange(0,2,0.3 ) # it accepts float
       arguments
array([ 0. ,  0.3,  0.6,  0.9,  1.2,  1.5,  1.8])
```

Jika arange digunakan dengan argumen floating point, biasanya sulit memprediksi jumlah elemen yang diperoleh, karena presisi floating point yang terbatas. Untuk itu, lebih baik menggunakan fungsi

linspace yang dapat menerima masukan berapa jumlah elemen yang kita inginkan:

```
>>> from numpy import pi
>>> np.linspace(0,2,9) #9 numbers from 0 to 2
array([0., 0.25, 0.5, 0.75, 1., 1.25, 1.5, 1.75, 2.])    >>> x =
np.linspace(0,2*pi,100 ) #useful to
    evaluate function at lots of points
>>> f = np.sin(x)
```

### 7.1.2 Menampilkan Array

Saat kita menampilkan array , NumPy menampilkannya dengan cara yang mirip dengan daftar bersarang, namun dengan tata letak berikut:

- axis terakhir dicetak dari kiri ke kanan,
- yang kedua sampai yang terakhir dicetak dari atas ke bawah,
- Sisanya juga dicetak dari atas ke bawah, dengan masing-masing potongan dipisahkan oleh sebuah baris kosong.

array satu dimensi dicetak sebagai baris, array dua dimensi sebagai matriks dan tridimensionals sebagai daftar matriks.

```
>>> a = np.arange(6) #1d array
>>> print(a)
[0 1 2 3 4 5]
>>>
>>> b = np.arange(12).reshape(4,3) # 2d array
>>> print(b)
[[ 0  1  2]
 [ 3  4  5]
 [ 6  7  8]
 [ 9  10 11]]
>>> c = np.arange(24).reshape(2,3,4) '''3d
    array'''
>>> print(c)
[[[ 0  1  2  3]
 [ 4  5  6  7]
 [ 8  9  10 11]]
 [[12 13 14 15]
 [16 17 18 19]
 [20 21 22 23]]]
```

Jika array terlalu besar untuk ditampilkan, NumPy secara otomatis memotong bagian tengah array dan hanya mencetak ujung-ujungnya:

```
>>> print(np.arange(10000))
[ 0  1  2 ...,  9997  9998  9999]
>>>
>>> print(np.arange(10000).reshape(100,100))
[[ 0  1  2 ...,  97  98  99]
 [ 100 101 102 ..., 197 198 199]
 [ 200 201 202 ..., 297 298 299]
 ...
 [9700 9701 9702 ..., 9797 9798 9799]
 [9800 9801 9802 ..., 9897 9898 9899]
 [9900 9901 9902 ..., 9997 9998 9999]]
```

Untuk memaksa NumPy mencetak seluruh bagian array , kita dapat mengubah opsi print menggunakan `set_printoptions` .

```
>>> np.set_printoptions(threshold='nan')
```

## 7.2 Operasi-operasi Dasar pada NumPy

Operator aritmatika pada array menggunakan aturan elementwise, yaitu operasi diterapkan elemen per elemen. Sebuah array baru dibuat dan diisi dengan hasilnya.

```
>>> a = np.array( [20,30,40,50] )
>>> b = np.arange( 4 )
>>> b
array([0, 1, 2, 3])
>>> c = a-b
>>> c
array([20, 29, 38, 47])
>>> b**2
array([0, 1, 4, 9])
>>> 10*np.sin(a)
array([ 9.12945251, -9.88031624,  7.4511316 , -
       2.62374854])
>>> a<35
array([ True, True, False , False], dtype=bool)
```

Tidak seperti dalam banyak bahasa matriks, operator kali `*` mengoperasikan perkalian elemen per elemen antar array NumPy. Sedangkan perkalian matriks dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi `dot` atau cara sebagaimana berikut:

```
>>> A = np.array( [[1,1],[0,1]] )
>>> B = np.array( [[2,0],[3,4]] )
>>> A*B # elementwise product
```

```
array([[2, 0], [0, 4]])
>>> A.dot(B) # matrix product
array([[5, 4], [3, 4]])
>>> np.dot(A, B) # another matrix product
array([[5, 4], [3, 4]])
```

Beberapa operasi, seperti `+=` dan `*`, berguna untuk memodifikasi array yang ada bukan untuk membuat yang baru.

```
>>> a = np.ones((2,3), dtype=int)
>>> b = np.random.random((2,3))
>>> a *= 3
>>> a
array([[3, 3, 3], [3, 3, 3]])
>>> b += a
>>> b
array([[3.417022, 3.72032449, 3.00011437],
       [ 3.30233257, 3.14675589, 3.09233859]])
>>> a += b # b is not automatically converted
          to integer type Traceback (most recent call
          last):
...
TypeError: Cannot cast ufunc add output from
          dtype('float64') to dtype('int64') with
          casting rule 'same_kind'
```

Ketika mengoperasikan array dari berbagai tipe, tipe yang dihasilkan adalah tipe yang lebih umum (perilaku ini dikenal sebagai upcasting).

```
>>> a = np.ones(3, dtype=np.int32)
>>> b = np.linspace(0,pi,3)
>>> b.dtype.name
'float64'
>>> c = a+b
>>> c
array([ 1. , 2.57079633, 4.14159265])
>>> c.dtype.name
'float64'
>>> d = np.exp(c*1j)
>>> d
array([ 0.54030231+0.84147098j,
       -0.84147098+0.54030231j,
       -0.54030231-0.84147098j])
>>> d.dtype.name
'complex128'
```

Operasi yang tidak biasa, seperti menghitung jumlah semua elemen dalam array, diimplementasikan sebagai kelas ndarray .

```
>>> a = np.random.random((2,3))
>>> a
array([[ 0.18626021,  0.34556073,  0.39676747],
       [ 0.53881673,  0.41919451,  0.6852195 ]])
>>> a.sum()
2.5718191614547998
>>> a.min()
0.1862602113776709
>>> a.max()
0.6852195003967595
```

Secara default, operasi yang diberlakukan pada array adalah seperti pada list yang berisi bilangan, terlepas dari bentuknya. Namun, dengan menentukan parameter sumbu, Anda dapat menerapkan operasi sepanjang sumbu yang ditentukan dari sebuah array:

```
>>> b = np.arange(12).reshape(3,4)
>>> b
array([[ 0,  1,  2,  3],
       [ 4,  5,  6,  7],
       [ 8,  9, 10, 11]])
>>> b.sum(axis=0) # sum of each column
array([12, 15, 18, 21])
>>> b.min(axis=1) # min of each row
array([ 0,  4,  8])
>>> b.cumsum(axis=1) # cumulative sum along
                     each row
array([[ 0,  1,  3,  6],
       [ 4,  9, 15, 22],
       [ 8, 17, 27, 38]])
```

### 7.3 Fungsi Universal

NumPy menyediakan fungsi matematika yang familiar seperti sin, cos, dan exp. Dalam NumPy, ini disebut "fungsi universal" (ufunc). Dalam NumPy, fungsi ini beroperasi secara elementer pada array, menghasilkan array sebagai output.

```
>>> B = np.arange(3)
>>> B
array([0, 1, 2])
>>> np.exp(B)
array([ 1. ,  2.71828183,  7.3890561 ])
>>> np.sqrt(B)
array([ 0. ,  1. ,  1.41421356])
>>> C = np.array([2., -1., 4.])
```

```
>>> np.add(B, C)
array([ 2.,  0.,  6.])
```

Coba juga: all, any, apply\_along\_axis, argmax, argmin, argsort, average, bincount, ceil, clip, conj, corrcoef, cov, cross, cumprod, cumsum, diff, dot, floor, inner, inv, lexsort, max, maximum, mean, median, min, minimum, nonzero, outer, prod, re, round, sort, std, sum, trace, transpose, var, vdot, vectorize, where.

## 7.4 Indexing, Slicing and Iterating

Array satu-dimensi dapat diindeks, diiris dan diiterasi, seperti list dan jenis barisan lain pada Python.

```
>>> a = np.arange(10)**3
>>> a
array([ 0,  1,  8, 27, 64, 125, 216, 343,
       512, 729])
>>> a[2]
8
>>> a[2:5]
array([ 8, 27, 64])
>>> a[::6:2] = -1000 # equivalent to a[0:6:2] =
#-1000; from start to position 6, exclusive,
# set every 2nd element to -1000
>>> a
array([-1000,  1, -1000,  27, -1000, 125, 216,
       343, 512, 729])
>>> a[ : :-1] # reversed a
array([ 729, 512, 343, 216, 125, -1000, 27,
       -1000,  1, -1000])
>>> for i in a:
...     print(i**(1/3.))
...
nan
1.0
nan
3.0
nan
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
```

Array multidimensi dapat memiliki satu indeks per axis. Indeks ini diberikan dalam tuple yang dipisahkan koma:

```
>>> def f(x,y):  
...     return 10*x+y  
...  
>>> b = np.fromfunction(f,(5,4),dtype=int)  
>>> b  
array([[ 0,  1,  2,  3],  
       [10, 11, 12, 13],  
       [20, 21, 22, 23],  
       [30, 31, 32, 33],  
       [40, 41, 42, 43]])  
>>> b[2,3]  
23  
>>> b[0:5, 1] # each row in the second column  
      of b  
array([ 1, 11, 21, 31, 41])  
>>> b[ : ,1] # equivalent to the previous  
      example  
array([ 1, 11, 21, 31, 41])  
>>> b[1:3, : ] # each column in the second and  
      third row of b  
array([[10, 11, 12, 13],  
       [20, 21, 22, 23]])
```

Jika banyak indeks yang dimasukkan lebih sedikit dari dimensi array, maka indeks yang tidak ditulis dianggap sebagai irisan lengkap:

```
>>> b[-1] # the last row. Equivalent to b[-1,:]  
array([40, 41, 42, 43])
```

Ekspresi dengan tanda kurung dalam  $b[i]$  dianggap sebagai i diikuti oleh ‘:’ yang diperlukan untuk mewakili dimensi yang tersisa. NumPy juga membolehkan kita untuk menulis ini menggunakan titik sebagai  $b[i, ...]$ .

Titik-titik (...) mewakili banyak titik dua yang diperlukan untuk menghasilkan pasangan pengindeksan yang lengkap. Misalnya, jika  $x$  adalah array 5 dimensi, maka

- $x[1,2,...]$  ekivalen dengan  $x[1,2,:,:,:]$ ,
- $x[... ,3]$  sampai  $x[... ,:,:,3]$  dan
- $x[4,...,5,:]$  sampai  $x[4,:,:5,:]$ .

```

>>> c = np.array( [[[ 0, 1, 2], # a 3D array
      (two stacked 2D arrays)
      ...
      [ 10, 12, 13]],
     ...
     [[100,101,102],
     ...
     [110,112,113]]])
>>> c.shape
(2, 2, 3)
>>> c[1,...] # same as c[1,:,:] or c[1]
array([[100, 101, 102],
       [110, 112, 113]])
>>> c[...,:,2] # same as c[:, :, 2]
array([[ 2, 13],
       [102, 113]])

```

Iterasi atas array multidimensi dilakukan sehubungan dengan sumbu pertama:

```

>>> for row in b:
...     print(row)
...
[0 1 2 3]
[10 11 12 13]
[20 21 22 23]
[30 31 32 33]
[40 41 42 43]

```

Namun, jika seseorang ingin melakukan operasi pada setiap elemen dalam array, kita dapat menggunakan atribut `datar` yang merupakan iterator atas semua elemen dari array:

```

>>> for element in b.flat:
...     print(element)
...
0
1
2
3
10
11
12
13
20
21
22
23
30
31
32

```

```
33
40
41
42
43
```

## 7.5 Mengubah bentuk sebuah array

Array memiliki bentuk yang diberikan oleh jumlah elemen sepanjang masing-masing sumbu:

```
>>> a = np.floor(10*np.random.random((3,4)))
>>> a
array([[ 2.,  8.,  0.,  6.],
       [ 4.,  5.,  1.,  1.],
       [ 8.,  9.,  3.,  6.]])
>>> a.shape
(3, 4)
```

Bentuk array bisa diubah dengan berbagai perintah. Perhatikan bahwa tiga perintah berikut semua mengembalikan array yang dimodifikasi, namun jangan mengubah array aslinya:

```
>>> a.ravel() # returns the array , flattened
array([ 2.,  8.,  0.,  6.,  4.,  5.,  1.,  1.,  8.,  9.,
       3.,  6.])
>>> a.reshape(6,2) # returns the array with a modified
shape
array([[ 2.,  8.],
       [ 0.,  6.],
       [ 4.,  5.],
       [ 1.,  1.],
       [ 8.,  9.],
       [ 3.,  6.]])
>>> a.T # returns the array , transposed
array([[ 2.,  4.,  8.],
       [ 8.,  5.,  9.],
       [ 0.,  1.,  3.],
       [ 6.,  1.,  6.]])
>>> a.T.shape
(4, 3)
>>> a.shape
(3, 4)
```

Urutan elemen dalam array yang dihasilkan dari ravel () biasanya "C-style", yaitu indeks paling kanan "berubah paling cepat", jadi elemen

setelah [0,0] adalah [0,1] . Jika array dibentuk kembali ke bentuk lain, lagi-lagi array diperlakukan sebagai "Gaya C". NumPy biasanya membuat array yang tersimpan dalam urutan ini, jadi ravel() biasanya tidak perlu menyalin argumennya, tapi jika array dibuat dengan mengambil irisan array lain atau dibuat dengan opsi yang tidak biasa, mungkin perlu disalin. Fungsi ravel () dan reshape () juga dapat diinstruksikan, dengan menggunakan argumen opsional, untuk menggunakan array gaya FORTRAN, di mana indeks paling kiri berubah paling cepat.

Fungsi reshape mengembalikan argumennya dengan bentuk yang dimodifikasi, sedangkan metode ndarray.resize memodifikasi array itu sendiri:

```
>>> a
array([[ 2.,  8.,  0.,  6.],
       [ 4.,  5.,  1.,  1.],
       [ 8.,  9.,  3.,  6.]])
>>> a.resize((2,6))
>>> a
array([[ 2.,  8.,  0.,  6.,  4.,  5.],
       [ 1.,  1.,  8.,  9.,  3.,  6.]])
```

Jika dimensi diberikan sebagai -1 dalam operasi pengubah ukuran, dimensi lainnya dihitung secara otomatis:

```
>>> a.reshape(3,-1)
array([[ 2.,  8.,  0.,  6.],
       [ 4.,  5.,  1.,  1.],
       [ 8.,  9.,  3.,  6.]])
```

## 7.6 Menumpuk bersama array yang berbeda

Beberapa array dapat ditumpuk bersama-sama di sepanjang sumbu yang berbeda:

```
>>> a = np.floor(10*np.random.random((2,2)))
>>> a
array([[ 8.,  8.],
       [ 0.,  0.]])
>>> b = np.floor(10*np.random.random((2,2)))
>>> b
array([[ 1.,  8.],
```

```
[ 0.,  4.])
>>> np.vstack((a,b))
array([[ 8.,  8.],
       [ 0.,  0.],
       [ 1.,  8.],
       [ 0.,  4.]])
>>> np.hstack((a,b))
array([[ 8.,  8.,  1.,  8.],
       [ 0.,  0.,  0.,  4.]])
```

Fungsi `column_stack` menumpuk array 1D sebagai kolom menjadi array 2D. Ini setara dengan `vstack` hanya untuk array 1D:

```
>>> from numpy import newaxis
>>> np.column_stack((a,b)) # With 2D arrays
array([[ 8.,  8.,  1.,  8.],
       [ 0.,  0.,  0.,  4.]])
>>> a = np.array([4.,2.])
>>> b = np.array([2.,8.])
>>> a[:,newaxis] # This allows to have a 2D
    columns vector
array([[ 4.],
       [ 2.]])
>>> np.column_stack((a[:,newaxis],b[:,newaxis]))
array([[ 4.,  2.],
       [ 2.,  8.]])
>>> np.vstack((a[:,newaxis],b[:,newaxis]))
    # The behavior of vstack is different
array([[ 4.],
       [ 2.],
       [ 2.],
       [ 8.]])
```

Untuk array dengan lebih dari dua dimensi, tumpukan `hstack` di sepanjang sumbu kedua mereka, tumpukan `vstack` di sepanjang sumbu pertama mereka, dan `concatenate` memungkinkan sebuah argumen opsional yang memberi jumlah sumbu yang dengannya penggabungan tersebut harus terjadi.

## Catatan

Dalam kasus kompleks, `r_` dan `c_` berguna untuk membuat array dengan menumpuk angka sepanjang satu sumbu. Mereka mengizinkan penggunaan literal jangkauan (":")

```
>>> np.r_[1:4,0,4]
```

```
array([1, 2, 3, 0, 4])
```

Bila digunakan dengan array sebagai argumen, `r_` dan `c_` mirip dengan `vstack` dan `hstack` dalam perilaku default mereka, namun izinkanlah argumen opsional yang memberi jumlah sumbu untuk menggabungkannya.

## 7.7 Memecah Array Menjadi Beberapa Bagian yang Lebih Kecil

Dengan menggunakan `hsplit`, Anda dapat membagi sebuah array di sepanjang sumbu horisontalnya, dengan menentukan jumlah array berbentuk sama untuk kembali, atau dengan menentukan kolom setelah pembagian tersebut terjadi:

```
>>> a = np.floor(10*np.random((2,12)))
>>> a
array([[ 9.,  5.,  6.,  3.,  6.,  8.,  0.,  7.,  9.,
        7.,  2.,  7.],
       [ 1.,  4.,  9.,  2.,  2.,  1.,  0.,  6.,  2.,
        2.,  4.,  0.]])
>>> np.hsplit(a,3) # Split a into 3
[array([[ 9.,  5.,  6.,  3.],
       [ 1.,  4.,  9.,  2.]]),
 array([[ 6.,  8.,  0.,  7.],
       [ 2.,  1.,  0.,  6.]]),
 array([[ 9.,  7.,  2.,  7.],
       [ 2.,  2.,  4.,  0.]])]
>>> np.hsplit(a,(3,4)) # Split a after the
                        third and the fourth column
[array([[ 9.,  5.,  6.],
       [ 1.,  4.,  9.]]),
 array([[ 3.],
       [ 2.]]),
 array([[ 6.,  8.,  0.,  7.,  9.,  7.,  2.,  7.],
       [ 2.,  1.,  0.,  6.,  2.,  2.,  4.,  0.]])]
```

`vsplit` terbagi sepanjang sumbu vertikal, dan `array_split` memungkinkan seseorang untuk menentukan sepanjang sumbu mana yang akan dipecah.

## 7.8 Menyalin dan menampilkan

Saat mengoperasikan dan memanipulasi array, datanya terkadang disalin ke array baru dan terkadang tidak. Ini sering menjadi sumber kebingungan bagi pemula. Ada tiga kasus: Jangan menyalin semuanya, lihat atau salin dangkal, dan deep copy.

### Jangan menyalin semuanya

Tugas sederhana tidak membuat salinan objek array atau datanya.

```
>>> a = np.arange(12)
>>> b = a # no new object is created
>>> b is a # a and b are two names for the same
   ndarray object True
>>> b.shape = 3,4 # changes the shape of a
>>> a.shape
(3, 4)
```

Python melewati objek yang bisa berubah sebagai referensi, jadi pemanggilan fungsi tidak membuat salinan.

```
>>> def f(x):
...     print(id(x))
...
>>> id(a) # id is a unique identifier of an
   object
148293216
>>> f(a)
148293216
```

### Lihat atau Salin Dangkal

Objek array yang berbeda dapat berbagi data yang sama. Metode view menciptakan objek array baru yang melihat data yang sama.

```
>>> c = a.view()
>>> c is a
False
>>> c.base is a # c is a view of the data owned
   by a True
>>> c.flags.owndata
False
>>> c.shape = 2,6 # a's shape doesn't change
>>> a.shape
(3, 4)
```

```
>>> c[0,4] = 1234 # a's data changes
>>> a
array([[ 0,  1,  2,  3],
       [1234,  5,  6,  7],
       [ 8,  9, 10, 11]])
```

Slicing sebuah array mengembalikan pandangannya:

```
>>> s = a[ : , 1:3] # spaces added for clarity;
   could also be written "s = a[:,1:3]"
>>> s[:] = 10 # s[:] is a view of s. Note the
   difference between s=10 and s[:]=10
>>> a
array([[ 0, 10, 10,  3],
       [1234, 10, 10,  7],
       [ 8, 10, 10, 11]])
```

## Deep Copy

Metode copy membuat salinan lengkap dari array dan datanya.

```
>>> d = a.copy() # a new array object with new
   data is created
>>> d is a
False
>>> d.base is a # d doesn't share anything
   with a
False
>>> d[0,0] = 9999
>>> a
array([[ 0, 10, 10,  3],
       [1234, 10, 10,  7],
       [ 8, 10, 10, 11]])
```

## 7.9 Aljabar Linier

### Operasi-operasi Array

```
>>> import numpy as np
>>> a = np.array([[1.0, 2.0], [3.0, 4.0]])
>>> print(a)
[[ 1.  2.]
 [ 3.  4.]]
>>> a.transpose()
array([[ 1.,  3.],
       [ 2.,  4.]])
>>> np.linalg.inv(a)
```

```

array([[-2. ,  1. ],
       [ 1.5, -0.5]])
>>> u = np.eye(2) # unit 2x2 matrix; "eye"
       represents "I"
>>> u
array([[ 1.,  0.],
       [ 0.,  1.]])
>>> j = np.array([[0.0, -1.0], [1.0,  0.0]])
>>> np.dot(j, j) # matrix product
array([[-1.,  0.],
       [ 0., -1.]])
>>> np.trace(u) # trace 2.0
>>> y = np.array([[5.], [7.]])
>>> np.linalg.solve(a, y)
array([[-3.],
       [ 4.]])
>>> np.linalg.eig(j)
(array([0.+1.j, 0.-1.j]),
 array([[ 0.70710678+0.j,  0.70710678-0.j],
       [0.00000000-0.70710678j,
        0.00000000+0.70710678j]]))

```

## 7.10 Automatic Reshaping

Untuk mengubah dimensi array, Anda dapat menghilangkan salah satu ukuran yang kemudian akan disimpulkan secara otomatis:

```

>>> a = np.arange(30)
>>> a.shape = 2,-1,3 # -1 means "whatever is
       needed"
>>> a.shape (2, 5, 3)
>>> a
array([[[ 0,  1,  2],
       [ 3,  4,  5],
       [ 6,  7,  8],
       [ 9, 10, 11],
       [12, 13, 14]],
      [[15, 16, 17],
       [18, 19, 20],
       [21, 22, 23],
       [24, 25, 26],
       [27, 28, 29]])]

```

## 7.11 Penumpukan Vektor

Membentuk array 2D dari beberapa vektor baris di MATLAB dapat dilakukan dengan cara yang cukup mudah, jika x dan y adalah dua

vektor dengan panjang yang sama, kita hanya perlu menuliskan  $m = [x; y]$  .

Dalam NumPy hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi `column_stack`, `dstack`, `hstack` dan `vstack` , tergantung pada dimensi array yang dikehendaki. Sebagai contoh:

```
x = np.arange(0,10,2) # x=[0,2,4,6,8])
y = np.arange(5) # y=[0,1,2,3,4])
m = np.vstack([x,y]) # m=[[0,2,4,6,8],
# [0,1,2,3,4]])
xy = np.hstack([x,y])
# xy =[0,2,4,6,8,0,1,2,3,4])
```



## BAB 8

### LIBRARY SYMPY

#### 8.1 Pengantar SymPy

SymPy sangat berguna dalam melakukan perhitungan sains di Python, seperti integral, turunan, interpolasi, limit, fungsi-fungsi transenden dan lain sebagainya.

Sebagai contoh lihat perbedaan perhitungan antara

$\sqrt{9}$  dan  $\sqrt{8}$  menggu nakan modul math dan sympy,

```
import math as mt
import sympy as sy
a = mt.sqrt(9)
b = sy.sqrt(9)
c = mt.sqrt(8)
d = sy.sqrt(8)
print(a,b)
print(c,d)
```

Print out dari kode Python diatas adalah

```
3.0 3
2.8284271247461903 2*sqrt(2)
```

Jika menggunakan modul math nilai dari  $\sqrt{8} = 2.82...$ , sedangkan jika menggunakan modul sympy nilai yang ditampilkan adalah  $2\sqrt{2}$ .

Pada SymPy variabel didefinisikan dengan symbols, sebagai contoh mari kita definisikan persamaan matematika  $x + 2y$

```
from sympy import symbols
x,y = symbols('x y')
expr = x + 2*y
print(expr)
print(expr-x)
print(expr**2)
```

Print out dari kode Python diatas adalah

```
x + 2*y
2*y
(x + 2*y)**2
```

Variabel yang didefinisikan dengan symbols juga dapat dioperasikan dengan bilangan, sebagai contoh lihat kode berikut

```
expr
Out[7]: x + 2*y
expr+1
Out[8]: x + 2*y + 1
x*expr
Out[9]: x*(x + 2*y)
```

Sympy dapat digunakan untuk menyederhanakan persamaan, mengintegralkan, menurunkan, menghitung limitnya, menyelesaikan persamaan, dan masih banyak lagi. Berikut ini beberapa contoh yang dapat dilakukan menggunakan SymPy.

```
from sympy import symbols, expand, factor
x,y = symbols('x y')
expr = x + 2*y
p1 = x*expr
p2 = expand(p1)
print('expr = ',expr)
print('p1 = ',p1)
print('p2 = ',p2)
```

Print out dari kode Python diatas adalah:

```
expr = x + 2*y
p1 = x*(x + 2*y)
p2 = x**2 + 2*x*y
```

Pada SymPy juga ada cara untuk mengubah tampilan dari Print out menjadi lebih indah, lihat cara pemakaiannya pada contoh berikut

```
from sympy import *
x, t, z, nu = symbols('x t z nu')
init_printing(use_unicode=True)
p1 = sin(x)*exp(x)
p2 = diff(p1,x)
p3 = sin(x)*exp(x)+exp(x)*cos(x)
p4 = integrate(p3,x)
p5 = integrate(sin(x**2), (x,-oo,oo))
```

Selanjutnya pada console dapat kita ketikkan p1, p2, p3, p4, ataupun p5 untuk melihat hasil dari kode Python diatas.

In [35]: p1,p2

Out[35]:

$$(e^x \sin(x), e^x \sin(x) + e^x \cos(x))$$

In [36]: p3,p4,p5

Out[36]:

$$\left( e^x \sin(x) + e^x \cos(x), e^x \sin(x), \frac{\sqrt{2}\sqrt{\pi}}{2} \right)$$

Gambar 8.1. Hasil print out SymPy dengan tampilan Unicode

Beberapa fungsi bawaan SymPy yang bisa digunakan diantaranya adalah:

**limit** limit(sin(x)/x, x, 0)

**solve** solve(x\*\*2-2, x)

**dsolve** y = Function('y')

dsolve(Eq(y(t)\*diff(t,t)-y(t),exp(t)), y(t))

**simplify** simplify(sin(x)\*\*2+cos(x)\*\*2)

```
In [44]: (x+1)**3
```

```
Out[44]:
```

$$(x + 1)^3$$

```
In [45]: expand(In[44])
```

```
Out[45]:
```

$$x^3 + 3x^2 + 3x + 1$$

```
In [46]: expand((x+2)*(x-3))
```

```
Out[46]:
```

$$x^2 - x - 6$$

```
In [47]: factor(x**3-x**2+x-1)
```

```
Out[47]:
```

$$(x - 1) (x^2 + 1)$$

```
In [48]: simplify(cos(x)**2+sin(x)**2)
```

```
Out[48]:
```

$$1$$

Gambar 8.2. Contoh penggunaan beberapa fungsi di SymPy

# BAB 9

## PEMROGRAMAN BERBASIS OBJEK DENGAN PYTHON

### 9.1 Konsep *Class* dan Objek

#### 9.1.1 Paradigma Pemrograman Berbasis Objek

Ada beberapa pendekatan atau paradigma yang dapat digunakan dalam membuat program komputer, diantaranya yaitu pemrograman prosedural dan pemrograman berbasis objek. Pemrograman procedural dilakukan dengan menyusun program seperti resep dalam bentuk perintah yang berurutan untuk menyelesaikan tugas. Program dalam paradigma ini berdasarkan pada struktur informasi di dalam memori dan manipulasi dari informasi yang disimpan tersebut. Sedangkan pemrograman berorientasi objek merupakan paradigma pemrograman yang berorientasikan kepada objek di mana semua data dan fungsi di dalam paradigma ini dibungkus dalam kelas atau objek. Setiap objek dapat menerima pesan, memproses data, dan mengirim pesan ke objek lainnya.

Karena Python adalah bahasa pemrograman multi-paradigma, Anda dapat memilih paradigma yang paling sesuai dengan masalah yang ada, menggabungkan paradigma yang berbeda dalam satu program, dan / atau beralih dari satu paradigma ke paradigma lain saat program Anda berkembang.

Sebuah objek memiliki 2 karakteristik:

- Data atau informasi (*attribute*)
- Perilaku (*method*)

Misalnya: Mobil adalah sebuah objek sehingga dapat memiliki informasi merk, warna, jenis, tahun dan dapat berperilaku berjalan maju, berjalan maju, direm, dan lain-lain.

Konsep pemrograman berbasis objek berfokus pada pembuatan program yang dapat digunakan berkali-kali atau biasa disebut dengan DRY (*Don't Repeat Yourself*). Prinsip dasar pemrograman berbasis objek adalah:

**Encapsulation:** Menyembunyikan informasi dari objek yang lain sehingga hanya bisa diakses melalui *method* yang telah dideskripsikan.

**Inheritance:** Proses menggunakan detil dari kelas baru tanpa melakukan perubahan pada kelas yang sudah ada. Pewarisan sifat pada kelas/objek turunannya.

**Polymorphism:** Konsep dalam menggunakan operasi atau *method* yang sama dengan cara yang berbeda untuk data input yang berbeda. Misalnya mengitung luas bidang segitiga dan lingkaran akan menjalankan *method* yang sama tapi rumusnya berbeda.

### 9.1.2 Kelas (*Class*)

Sebuah kelas adalah cetak biru (blueprint) dari objek. Kelas merupakan konsep atau deskripsi dari entitas yang menggambarkan objek. Misalnya kita ingin membuat objek *bank account* (rekening bank), maka kita membutuhkan deskripsi entitas *bank account* tersebut secara umum. Sehingga kelas tersebut dapat berisi detil informasi dari *account*, seperti nomor rekening (*number*), saldo (*balance*), dan pemilik rekening (*account holder*), serta dapat memiliki beberapa perilaku atau fungsi misalnya deposit, penarikan, dan transfer.

Contoh mendefinisikan kelas *Account* tanpa atribut dan *method* (ditandai dengan keyword `pass`) adalah sebagai berikut:

```
class Account:  
    pass
```

Kita gunakan keyword `class` untuk mendefinisikan sebuah kelas. Kita dapat membuat objek spesifik dari kelas yang sudah didefinisikan,

proses pembuatan objek dari kelas ini biasa disebut proses **instansiasi** objek. Objek tidak dapat diinstansiasi tanpa adanya kelas.

### 9.1.3 Objek

Jika *class* adalah cetakan, maka sebuah objek adalah salinan *class* dengan nilai sebenarnya. Secara harfiah, objek merupakan milik *class* tertentu dan bukan konsep lagi namun sudah menjadi objek yang sebenarnya, contohnya sebuah rekening Bank Sukakaya dengan nomor rekening 12345 pemiliknya adalah Siti dengan saldo sebesar 1 juta.

Cara melakukan instansiasi objek adalah seperti berikut:

```
>>> x = Account()
```

Jika kita cek variabel *x*, maka akan diberikan informasi bahwa variabel tersebut adalah objek dari kelas *Account*.

```
>>> x
<__main__.Account object at 0x1004ccc90>
```

### 9.1.4 Method

*Method* adalah perilaku atau fungsi yang dapat dilakukan oleh objek. Di Python, *method* didefinisikan seperti pendefinisian fungsi, namun ada beberapa perbedaan, yaitu:

- *Method* dimiliki oleh kelas atau objek dan harus didefinisikan di dalam kelas.
- Minimal harus ada satu parameter dalam *method*, yaitu *self* yang merujuk kepada instansiasi objek dari kelas tersebut. Parameter *self* selalu menjadi parameter yang pertama.
- Pada saat memanggil *method*, tidak perlu memberikan argumen untuk parameter *self*.

Berikut ini contoh beberapa definisi method pada kelas *Account*, sementara kita definisikan *pass* untuk isi dari masing-masing *method*, yang artinya tidak melakukan apa-apa.

```
class Account:
    # Method
    def transfer(self, target, amount):
        pass
    def deposit(self, amount):
        pass
    def withdraw(self, amount):
        pass
    def setBalance(self, balance):
        pass
    def getBalance(self):
        pass
```

Pembahasan selanjutnya akan kita ganti definisi *method* yang berisi *pass* di atas.

### 9.1.5 Instance Attributes

Sebuah objek harus dibuat dari kelas dan semua objek mengandung karakteristik yang disebut atribut dan beberapa perilaku atau fungsionalitas yang disebut *method*. Atribut yang dimiliki oleh setiap objek hasil instansiasi kelas disebut *instance attributes*, nilai *instance attribute* antara satu objek dengan objek lainnya dalam satu kelas bisa berbeda.

Kita dapat menggunakan *constructor method* `__init__()` untuk melakukan inisialisasi atribut dari objek dengan memberikan nilai *default* kepada atribut tersebut. *Constructor method* adalah *method default* yang secara otomatis akan dijalankan ketika kita melakukan instansiasi objek.

```
# Initializer / Instance Attributes
def __init__(self, holder, number,
             balance=0):
    self.holder = holder
    self.number = number
    self.balance = balance
```

Kelas lengkapnya setelah ditambahkan *constructor* dan definisi dari setiap *method* adalah seperti berikut (ganti *keyword* *pass* menjadi instruksi berikut):

```
class Account:
```

```

# Initializer / Instance Attributes
def __init__(self, holder, number,
             balance = 0):
    self.holder = holder
    self.number = number
    self.setBalance(balance)

# Method
def deposit(self, amount):
    self.balance += amount

def transfer(self, target, amount):
    if(self.balance - amount < 0):
        # Insufficient funds
        return False
    else:
        self.balance -= amount
        target.balance += amount
        return True

def withdraw(self, amount):
    if (self.balance - amount < 0):
        # Insufficient funds
        return False
    else:
        self.balance -= amount
        return True

def setBalance(self, balance):
    self.balance = balance

def getBalance(self):
    return self.balance

```

Cara melakukan instansiasi objek dari kelas `Account` sekarang menjadi:

```

>>> a1 = Account("Bill Gates", 345267, 13000)
>>> a1.getBalance()
13000

```

Nilai *instance attribute* otomatis diinisialisasi ketika proses instansiasi sesuai data yang diberikan. Perhatikan jika kita tidak memberikan argument untuk parameter *balance*, maka nilai *default 0* akan diberikan pada atribut *balance*.

```
>>> a1 = Account("Bill Gates", 345267)
>>> a1.getBalance()
0
```

### 9.1.6 Class Attribute

Di sisi lain, *class attribute* menempel pada semua objek dari kelas tertentu dan memiliki nilai yang sama. Atribut ini dapat diakses dan diubah oleh objek apa pun dari kelas tersebut.

Contoh penggunaan *class attribute* pada *Account* adalah dengan menambahkan atribut *counter* jumlah objek rekening seperti berikut:

```
class Account:
    # Class Attributes (same for all Account instance)
    counter = 0
    # Initializer / Instance Attributes
    def __init__(self, holder, number, balance=0):
        Account.counter += 1
        self.holder = holder
        self.number = number
        self.balance = balance

    # Method
    ...
```

Setelah kita buat kelas *Account* seperti di atas, kita coba buat *instance* dan memanggil *method-method*-nya seperti berikut ini:

```
>>> a1 = Account("Bill Gates", 345267, 13000)
>>> a1.getBalance()
13000
>>> a2 = Account("Jack Ma", 345289, 3900)
>>> a2.getBalance()
3900
>>> Account.counter
2
>>> a1.transfer(a2, 1500)
True
>>> a1.getBalance()
11500
>>> a2.getBalance()
5400
>>> a2.withdraw(1000)
True
>>> a2.getBalance()
4400
```

## Latihan

1. Tambahkanlah kelas `AccountHolder` yang mendeskripsikan entitas pemegang rekening. Kelas tersebut menyimpan informasi biodata pemegang rekening, yaitu nama lengkap (`surename`), alamat (`address`), pekerjaan (`profession`), dan tanggal lahir (`birthday`). Atribut nama, tanggal lahir, dan pekerjaan harus diisi ketika melakukan pendaftaran. Terdapat beberapa *method* dari kelas tersebut, yaitu merubah alamat (`setAddress`), merubah pekerjaan (`setProfession`), mengambil informasi nama (`getName`), mengambil informasi tanggal lahir (`getBirthday`), mengambil informasi alamat (`getAddress`), dan mengambil informasi pekerjaan (`getProfession`).

```
class AccountHolder:  
    # Initializer / Instance Attributes  
  
    # Method
```

2. Ubah *holder* pada kelas `Account` sehingga merujuk pada kelas `AccountHolder` yang baru (buat contoh instansiasi objek `AccountHolder` dan `Account`).

```
>>> person1 = AccountHolder("Bill Gates",  
    "28-10-1955", "CEO")  
>>> # Lanjutkan
```

## 9.2 *Encapsulation*

### 9.2.1 *Encapsulation*

Kekurangan program `Account` pada kegiatan belajar sebelumnya adalah setiap atribut dapat kita akses langsung dari objek dan kita juga

bisa mengganti nilainya secara leluasa sehingga integritas dan kerahasiaan informasi objek tidak akan terjaga.

```
>>> a1 = Account("Bill Gates", 345267, 13000)
>>> a1.balance
13000
>>> a1.balance += 2500
>>> a1.balance
15500
```

Enkapsulasi adalah penyembuyian informasi *class* dan objek dari luar. Konsep ini merupakan teknik yang membuat atribut *class* maupun *instance* menjadi bersifat **private** dan menyediakan akses ke atribut tersebut melalui *method*. Jika atribut di deklarasikan sebagai *private*, maka atribut ini tidak bisa diakses oleh siapapun di luar *class*, dengan demikian atribut disembunyikan di dalam *class*. Enkapsulasi secara umum berkaitan dengan:

- Penyembunyian informasi (*information hiding*), dan
- Cara mengakses informasi *private* melalui *method*

### 9.2.2 Information Hiding

Kita bisa membatasi control akses dari atribut dengan mendefinisikannya sebagai *public*, *protected*, atau *private*.

- *Private*: hanya bisa diakses dari kelas
- *Protected*: hanya bisa diakses dari kelas dan sub-kelasnya
- *Public*: dapat diakses oleh siapapun

Secara *default*, atribut yang didefinisikan di dalam kelas adalah atribut *public*. Untuk mendefinisikannya sebagai *private* adalah dengan menambahkan *underscore* dua kali (\_) sebelum nama variabel/atribut. Contoh: \_holder, \_number, \_balance.

```
class Account:
    # Class Attributes (same for all Account instance)
    counter = 0
    # Initializer / Instance Attributes
    def __init__(self, holder, number, balance=0):
        Account.__counter += 1
```

```

        self. holder = holder
        self.__number = number
        self.__balance = balance

    # Method
    def deposit(self, amount):
        self. balance += amount

    def transfer(self, target, amount):
        if(self.__balance - amount < 0):
            # Insufficient funds
            return False
        else:
            self.__balance -= amount
            target.setBalance(target.getBalance() + amount)
        return True

    # ...

```

Sekarang coba akses kembali atribut pada kelas *Account* tersebut langsung dari *instance* objeknya, maka nama atribut yang sudah *private* tidak akan dikenali.

```

>>> a1 = Account("Bill Gates", 345267, 13000)
>>> a1.__balance
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#2>", line 1, in <module>
    a1. balance
AttributeError: 'Account' object has no attribute '__balance'

```

### 9.2.3 Method Aksesor dan Mutator

Untuk mengakses atribut yang sudah dibuat menjadi *private*, harus melalui *method*. Ada dua jenis *method* untuk keperluan ini, yaitu **method aksesor** dan **mutator**. *Method* aksesor adalah *method* yang digunakan untuk mengambil nilai sebuah atribut. Sedangkan *method* mutator adalah *method* yang digunakan untuk memberikan nilai yang baru ke atribut, sehingga membutuhkan adanya parameter nilai yang akan diberikan. Kedua *method* ini biasa disebut **method setter** dan **getter**, *setter* untuk mutator dan *getter* untuk aksesor.

Contohnya pada kelas *Account*, *method* `setBalance()` adalah *setter/mutator*, dan *method* `getBalance()` adalah *getter/aksesor*. Coba kita perbaiki kelas *Account* seperti berikut:

```
class Account:
    # Class Attributes (same for all Account instance)
    __counter = 0
    # Initializer / Instance Attributes
    def __init__(self, holder, number, balance=0):
        Account.__counter += 1
        self.__holder = holder
        self.__number = number
        self.__balance = balance

    # Method
    def deposit(self, amount):
        self.__balance += amount

    def transfer(self, target, amount):
        if(self.__balance - amount < 0):
            # Insufficient funds
            return False
        else:
            self.__balance -= amount
            target.setBalance(target.getBalance() + amount)
            return True

    def withdraw(self, amount):
        if (self.__balance - amount < 0):
            # Insufficient funds
            return False
        else:
            self.__balance -= amount
            return True

    def setBalance(self, balance):
        self.__balance = balance

    def getBalance(self):
        return self.__balance

    # Accessor method for class attribute
    def getAccountCounter():
        return Account.__counter
```

Maka atribut yang sudah dirahasiakan hanya akan bisa diakses melalui *method setter* atau *getter*.

```
>>> a1 = Account("Bill Gates", 345267, 13000)
>>> a1.getBalance()
13000
```

## Latihan

1. Dari kelas **AccountHolder** pada latihan Subbab sebelumnya, tambahkan enkapsulasi pada kelas tersebut dengan membuat setiap atributnya menjadi *private* dan hanya bisa diakses melalui *method setter* dan *getter*. Setiap atribut bisa diambil informasinya melalui *method getter*, tetapi hanya atribut alamat (*address*) dan pekerjaan (*profession*) yang bisa diubah nilainya (punya *method setter*).

```
class AccountHolder:
    # Initializer / Instance Attributes

    # Method
```

2. Buat deskripsi kelas **Vehicle** (kendaraan) yang mendeskripsikan entitas kendaraan. Kelas tersebut menyimpan informasi **jenis kendaraan** (*types*), **nomor kendaraan** (*number*), **warna** (*color*), **tahun** (*year*), dan **kapasitas penumpang** (*capacity* dalam kg). Atribut jenis kendaraan dan tahun harus diisi ketika membuat objek kendaraan yang baru. Tambahkan **enkapsulasi** pada kelas tersebut dengan membuat setiap atributnya menjadi *private* dan hanya bisa diakses melalui *method setter* dan *getter*. Setiap atribut bisa diambil informasinya melalui *method getter*, tetapi hanya atribut nomor kendaraan, warna, dan kapasitas yang bisa diubah nilainya (punya *method setter*). Kemudian buat instansiasi objek baru dari kelas *Vehicle* tersebut dan tunjukkan bahwa kita tidak dapat mengakses langsung setiap atributnya tanpa melalui *setter* dan *getter*! Tambahkan method untuk **berjalan** dan **direm**!

```
class Vehicle:  
    # Initializer / Instance Attributes  
  
    # Method  
  
    # Method berjalan  
  
    # Method direm
```

3. Buat deskripsi kelas **Point** yang merepresentasikan sebuah titik. Sebuah titik mempunyai informasi koordinat 2 dimensi ( $x, y$ ). Jika diinstansiasikan sebuah objek titik baru tanpa inisialisasi koordinat  $x$  dan  $y$ , maka *default* koordinatnya adalah (0,0). Buat semua atributnya menjadi **private** dan hanya mempunyai *method getter* saja. Tambahkan *method* untuk melakukan **translasi** (perpindahan) titik, misalkan sebuah titik ditranslasikan (2,-1), maka titik akan berpindah dua satuan ke arah sumbu  $x$  positif dan 1 satuan ke arah sumbu  $y$  negatif.

```
class Point:  
    # Initializer / Instance Attributes  
  
    # Method  
  
    # Method translasi
```

## 9.3 Inheritance

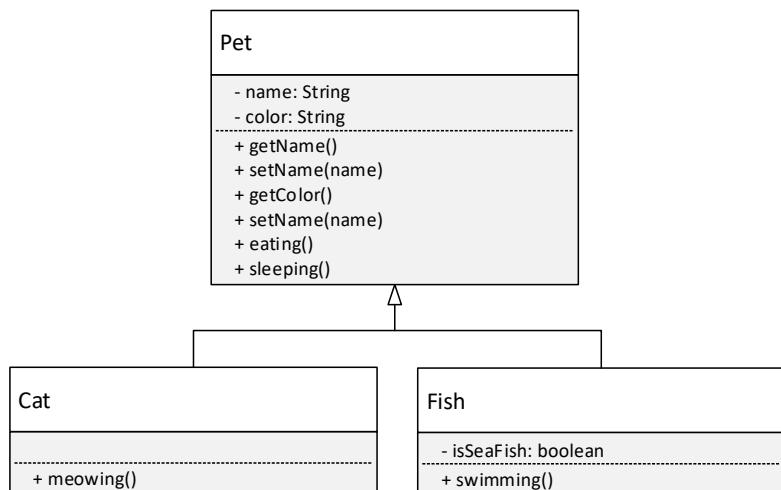
### 9.3.1 Konsep Inheritance

Konsep *inheritance* ini mengadopsi dunia nyata di mana suatu entitas/objek dapat mempunyai entitas/objek turunan. Suatu kelas yang mempunyai kelas turunan dinamakan *parent class* atau *superclass*, sedangkan kelas turunan itu sendiri disebut *child class* atau *subclass*. Suatu *subclass* dapat mewarisi apa-apa yang dimiliki oleh *parent class*.

Pewarisan adalah keuntungan besar dalam pemrograman berbasis objek karena suatu sifat atau *method* didefinisikan dalam *superclass*,

sifat ini secara otomatis diwariskan dari semua *subclass*. Jadi, Anda dapat menuliskan kode *method* hanya sekali dan mereka dapat digunakan oleh semua *subclass*. *Subclass* hanya perlu mengimplementasikan perbedaannya sendiri dan induknya.

Deklarasi *subclass* dilakukan dengan cara *extend* kelas dari *superclass*-nya, *superclass* dituliskan dalam tanda kurung setelah nama *subclass*. Contoh konsep *inheritance* misalnya kita membuat kelas baru *Cat* dan *Fish* dari sebuah kelas yang lebih umum yaitu kelas *Pet*. Ketiganya memiliki beberapa kesamaan atribut dan *method*, misalnya nama (*name*) dan warna (*color*).



Gambar 9.1. Contoh class diagram inheritance

```
# Superclass Pet
class Pet:
    def __init__(self, name='no name', color='no color'):
        self.name = name
        self.__color = color

    def getName(self):
        return self.__name
```

```

def setName(self, name):
    self.__name = name

def getColor(self):
    return self.__color

def setColor(self, color):
    self.__color = color

def eating(self):
    print(self.getName()+" is eating")

def sleeping(self):
    print (self.getName()+" is sleeping")

# Subclass Cat
class Cat(Pet):
    pass # Definisi subclass Cat dikosongi dulu

# Subclass Fish
class Fish(Pet):
    pass # Definisi subclass Fish dikosongi dulu

```

*Subclass* `Cat` dan `Fish` akan memiliki atribut dan *method* yang sama dengan kelas `Pet`. Coba buat objek baru dari kelas `Cat` dan `Fish` kemudian panggil setiap *method*-nya.

### 9.3.2 Atribut dan *Method* Spesifik pada *Subclass*

*Superclass* adalah class yang sifatnya umum, semua atribut dan *method*-nya akan diturunkan pada *subclass*. *Subclass* adalah kelas yang lebih spesifik, sehingga kita dapat menambahkan atribut dan atau *method* yang membedakannya dengan *subclass* yang lain. Misalkan pada kelas `Fish` kita tambahkan informasi apakah hidup di air laut atau tidak (`isSeaFish`) dengan tipe data `boolean` dan *method* `swimming()`, sedangkan pada kelas `Cat` kita tambahkan *method* `meowing()`.

Kita dapat menambahkan spesifik atribut dengan membuat *constructor* *method* *subclass* yang di dalamnya memanggil *constructor* dari *superclass* dengan bantuan fungsi `super()`. Fungsi `super()` adalah fungsi yang digunakan untuk memanggil *method*

*superclass* dari *subclass*-nya. Biasanya berguna ketika kita ingin mendefinisikan isi *method* yang baru dari *method* yang sudah ada di *superclass* (*overriding method*).

```
# Subclass Fish
class Fish(Pet):
    # Constructor class Fish dengan tambahan atribut baru
    def __init__(self, name='no name', color='no color',
seaFish=True):
        super().__init__(name, color)    # init method
superclass
        self._isSeaFish = seaFish

    # Getter isSeaFish mengembalikan habitat Fish
    def getHabitat(self):
        if self._isSeaFish:
            return "sea"
        else:
            return "freshwater"
    # Setter atribut isSeaFish
    def setIsSeaFish(self, seaFish):
        self._isSeaFish = seaFish

    # Method swimming
    def swimming(self):
        print(self.getName() + " is swimming in the " +
self.getHabitat())
```

Coba buat objek baru dari kelas `Fish` dan panggil setiap *method*-nya.

```
# Subclass Cat
class Cat(Pet):
    # Method meowing
    def meowing(self):
        print(self.getName() + " say meow!!")
```

Coba buat objek baru dari kelas `Cat` dan panggil *method* `meowing()`.

### 9.3.3 Overriding Method

Sudah dijelaskan sebelumnya bahwa salah satu kegunaan fungsi `super()` adalah untuk melakukan pembaruan *method* di *subclass* atau bisa disebut *overriding method*. Itu berarti kita mempunyai nama *method* yang sama dengan *superclass* namun isinya berbeda, salah

satu contohnya adalah *method* `__init__()` pada kelas *Fish* yang sudah kita buat di atas.

Contoh lain misalnya kita ingin memperbarui deskripsi *method* `eating()` pada kelas *Cat*, dan *method* `sleeping()` pada kelas *Fish*.

```
# Subclass Fish
class Fish(Pet):
    # Contructor class Fish sama dengan sebelumnya ...
    # Setter dan Getter sama dengan sebelumnya ...
    # Overriding method sleeping
    def sleeping(self):
        print(self.getName()+" is sleeping in the water")
    # Method swimming sama seperti sebelumnya ...

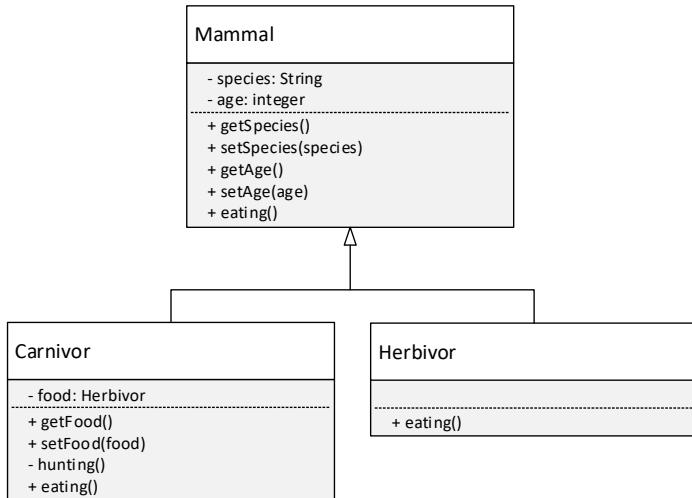
# Subclass Cat
class Cat(Pet):
    # Overriding method eating
    def eating(self):
        print(self.getName()+" is eating fish")
    # Method swimming sama seperti sebelumnya ...
```

Coba buat objek baru dari kelas *Cat* dan *Fish* kemudian panggil *method* `eating()` dan `sleeping()`.

```
>>> nemo = Fish("Nemo Clownfish", "orange")
>>> tom = Cat("Tom Cat", "gray")
>>> nemo.sleeping()
Nemo Clownfish is sleeping in the water
>>> tom.sleeping()
Tom Cat is sleeping
>>> nemo.eating()
Nemo Clownfish is eating
>>> tom.eating()
Tom Cat is eating fish
```

## Latihan

1. Dari kelas `Vehicle` pada latihan Subbab sebelumnya, buatlah subclass `Car` dan `Train`. `Car` memiliki atribut tambahan jumlah pintu (`numDoors`) dan memiliki method `turn()` dengan parameter “`right`” atau “`left`”. Kelas `Train` memiliki atribut jumlah gerbong (`numCarriage`) dan ubah method untuk berjalan sehingga menampilkan “kereta berjalan di atas rel”/“`train moving on the rail`”.
2. Implementasikan *inheritance* pada *class diagram* berikut:



Gambar 9.2. Class diagram Mammal

Jika dibuat instansiasi objek dan dipanggil method `eating()` akan menghasilkan *output* seperti berikut:

```

>>>
>>> kambing = Herbivor("sheep", 2)
>>> macan = Carnivor("tiger", 5, kambing)
>>> kambing.eating()
sheep is eating grass
>>> macan.eating()
tiger is hunting and eating sheep

```

Gambar 9.3. Contoh output program dengan kelas Mammal

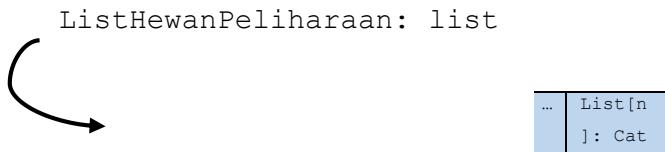
## 9.4 Polymorphism

### 9.4.1 Konsep Polymorphism

Polymorfisme adalah konsep pemrograman berbasis objek yang memungkinkan adanya beberapa objek berbeda kelas mempunyai *method* yang sama namun definisinya disesuaikan dengan kelas objek tersebut. Konsep ini berkaitan dengan *overriding method* yang dijelaskan pada praktikum sebelumnya. Konsep ini juga bisa berkaitan dengan *inheritance*.

Penerapan polymorfisme pada Python sangat sederhana dibandingkan bahasa pemrograman yang lainnya karena diterapkan dengan cara “*duck-typing*”, yaitu setiap objek tinggal kita panggil *method*-nya maka *output* akan langsung menyesuaikan dengan kelasnya.

Misalkan kita mempunyai himpunan objek binatang peliharaan yang bisa berisi objek-objek dari `Cat` dan `Fish`. Kita tidak perlu mengelompokkan secara terpisah antara objek-objek dari kelas `Cat` dengan objek-objek dari kelas `Fish`, cukup kita tampung dalam satu variabel bertipe data kolektif, misalnya *list*.



#### 9.4.2 Polymorfisme dengan Object Method

Untuk menunjukkan bagaimana Python dapat melakukan polimorfisme pada setiap objek yang berbeda kelas dengan cara memanggil *method* yang sama. Pertama kita perlu membuat *looping* (bisa dengan *for loop*) yang akan melakukan iterasi pada setiap objek di dalam *list*, *tuple*, atau tipe data koleksi lainnya. Kemudian kita dapat memanggil *method* tanpa mempertimbangkan dari kelas mana objek tersebut berasal, *method* yang dipanggil adalah *method* yang ada pada semua kelas atau ***polymorphic method***.

```
>>> nemo = Fish("Nemo Clownfish", "orange")
>>> tom = Cat("Tom Cat", "gray")
>>> for pet in (nemo,tom,Fish("Dori","blue"),Jerry("Jerry", "brown")):
...     pet.sleeping()
...     pet.eating()

Nemo Clownfish is sleeping in the water
Nemo Clownfish is eating
Tom Cat is sleeping
Tom Cat is eating fish
Dori is sleeping in the water
Dori is eating
Jerry is sleeping
Jerry is eating fish
```

Contoh ini menunjukkan bahwa Python memanggil method *sleeping()* dan *eating()* tanpa mengecek terlebih dahulu kelas dari objek.

#### 9.4.3 Polymorfisme dengan Fungsi

Kita bisa juga membuat sebuah fungsi dengan parameter sebuah objek, objek ini bisa dari kelas apapun yang memiliki sifat polymorfisme.

Misalnya kita membuat sebuah fungsi *petActivity()* dengan parameter sebuah objek (bisa *Cat* maupun *Fish*). Sehingga kita bisa memberikan instansiasi objek apapun ketika memanggil fungsi tersebut.

```
>>> def petActivity(pet):  
    pet.sleeping()  
    pet.eating()
```

Kemudian dari instansiasi objek `nemo` dan `tom` sebelumnya, kita dapat menjalankan action dari masing-masing objek dengan menjalankan fungsi `petActivity()` yang sama.

```
>>> petActivity(nemo)  
Nemo Clownfish is sleeping in the water  
Nemo Clownfish is eating  
  
>>> petActivity(tom)  
Tom Cat is sleeping  
Tom Cat is eating fish
```

## Latihan

1. Buat instansiasi beberapa objek (minimal 6 objek) dari kelas `Vehicle`, `Train`, dan `Car` yang disimpan dalam *list* atau *tuple*. Kemudian panggil *polymorphic method*-nya menggunakan *looping*! Bagaimanakah hasilnya? Tunjukkan!
2. Buat sebuah fungsi `mammalActivity` dengan parameter adalah instansiasi objek dari kelas `Mammal`, `Herbivor`, dan `Carnivor`. Fungsi tersebut memanggil *polymorphic method* dari kelas `Mammal` dan turunannya. Kemudian buat beberapa instansiasi objek (minimal 5) dari kelas-kelas tersebut dan panggil fungsi `mammalActivity` dengan memberikan masing-masing objek sebagai argumen! Bagaimanakan hasilnya? (Tunjukkan)
3. Tambahkan sebuah method `berjalan` pada kelas `Mammal` yang menampilkan teks jenis spesies mamalia sedang berjalan. Kemudian tunjukkan polimorfisme antara kelas `Vehicle` dan kelas `Mammal` yang baru dengan cara *object method* maupun dengan fungsi!

# **BAB 10**

## **PEMROGRAMAN GUI DENGAN PYTHON DAN PYQT5**

### **10.1 Pengenalan GUI dengan PyQt5**

#### **10.1.1 Paradigma Pemrograman GUI**

Jika sebelumnya kita hanya berkutat pada pembuatan program menggunakan Command Line Interpreter (CLI), pada praktikum kali ini kita akan membahas tentang bagaimana kita membuat Graphical User Interface (GUI) di Python. Jika kita ingin membuat sebuah aplikasi yang mudah digunakan oleh user, maka kita harus membuat antarmuka yang interaktif dan menarik. Banyak toolkit yang disediakan di Python untuk membantu kita membangun antarmuka yang interaktif. Beberapa diantaranya adalah:

- Tkinter: termasuk ke dalam Tk package, merupakan standard toolkit GUI di Python
- PyQt: satu paket dalam framework aplikasi Qt
- wxPython: termasuk ke dalam wxWidgets C++ library

Pada praktikum ini akan digunakan PyQt5 di mana dengan toolkit ini kita dapat membuat sebuah antarmuka yang sangat menarik dan juga dokumentasi PyQt5 ini sudah sangat bagus. Pembuatan GUI dengan PyQt5 ini dipermudah dengan adanya QtDesigner di mana kita tinggal menambahkan komponen yang kita inginkan.

#### **10.1.2 GUI dengan PyQt5**

PyQt5 ini adalah sebuah GUI toolkit yang multiplatform, yang berisi hampir 1000 kelas yang terbagi ke sekitar 38 modul, beberapa diantaranya adalah:

- QtCore: berisi kelas-kelas utama, termasuk event loop dan mekanisme signal dan slot pada Qt.

- QtGui: berisi kelas-kelas yang terkait sistem integrasi pada window, event handling, grafik 2D, font dan teks.
- QtWidgets: berisi kelas-kelas yang menyediakan set elemen UI untuk membuat classic desktop-style interface, seperti button, textfield, dll.

Untuk memulainya harus sudah terinstall lebih dulu toolkit PyQt5 di komputer atau laptop. Pemrograman GUI tidak begitu berbeda dengan pemrograman objek dengan CLI. Perbedaannya hanyalah penggunaan toolkit dan programmer harus menyesuaikan pola dari program yang sudah didesain oleh toolkit tersebut. Dengan kata lain pemrograman GUI berarti pemrograman berbasis objek dengan sebuah event-driven framework, atau aplikasi yang merespon terhadap adanya event dari user. Misalnya jika user menekan sebuah tombol, maka program akan melakukan suatu aksi. Programer yang menentukan aksi apa yang akan dilakukan setiap ada event eksternal.

## 10.2 Membuat Window Awal

Perhatikan contoh program berikut:

```
import sys
from PyQt5 import QtWidgets

if __name__ == "__main__":
    app = QtWidgets.QApplication(sys.argv)
    mainWindow = QtWidgets.QWidget()
    mainWindow.show()
    app.exec_()
```

Penjelasan dari program tersebut adalah sebagai berikut:

**import sys:** Sys merupakan sebuah modul yang perlu diimport ke setiap program yang dibuat menggunakan PyQt karena kita akan memanggil sys.argv pada saat menginstansiasi objek dari kelas QApplication.

**from PyQt5 import QtWidgets**: untuk melakukan impor modul **QtWidgets**.

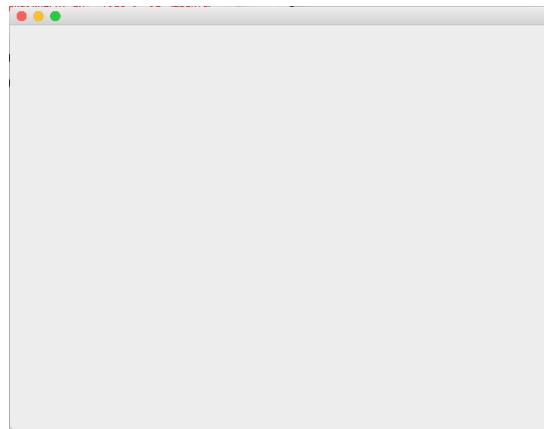
**app = QtWidgets.QApplication(sys.argv)**: adalah perintah untuk menginstansiasi objek dari kelas QApplication, setiap program yang ditulis menggunakan PyQt harus memiliki objek tersebut. Sys.argv adalah kumpulan argumen yang diberikan kepada script Python.

**mainWindow = QtWidgets.QWidget()**: untuk membuat objek dari kelas **QWidget**, dalam contoh tersebut objek diperlukan sebagai frame utama dari program yang kita buat.

**mainWindow.show()**: untuk menampilkan frame utama beserta kontrol-kontrol yang ada di dalamnya.

**app.exec\_()**: merupakan pengulangan utama dari aplikasi (main loop). Form akan ditampilkan secara terus menerus sampai ada tindakan dari user.

Program tersebut akan menampilkan sebuah window kosong seperti berikut:



Gambar 10.1. Tampilan window kosong dengan PyQt5

Dari pada menggunakan pendekatan procedural seperti contoh di atas, kita akan merubah antarmuka tersebut menggunakan pendekatan berbasikan objek seperti berikut.

```
import sys
from PyQt5 import QtWidgets

class NewWindow(QtWidgets.QWidget):
    def __init__(self):
        QtWidgets.QWidget.__init__(self)
        self.setGeometry(200,200,400,200)
        self.setWindowTitle("Aplikasi GUI Sederhana")
        self.show()

if __name__ == "__main__":
    app = QtWidgets.QApplication(sys.argv)
    mainWindow = NewWindow()
    app.exec_()
```

### 10.2.1 Kelas QWidget

Pada contoh sebelumnya kita dapat melihat bahwa instansiasi objek dari kelas QWidget dapat menghasilkan sebuah window baru. Namun kelas QWidget sebenarnya adalah kelas dasar (superclass) bagi semua elemen UI. Beberapa contoh kelas yang mewarisi kelas QWidget adalah:

- QProgressBar
- QPushButton
- QCheckBox
- QScrollBar
- dll.

Kelas QWidget juga mendefinisikan beberapa fungsi dasar yang umum untuk semua widget.

- QWidget.geometry() dan  
QWidget.setGeometry(x, y, w, h)
- QWidget.resize(w, h)
- QWidget.setParent(parent)

- `QWidget.setToolTip(str),  
QWidget.setStatusTip(str)`
- `QWidget.setPalette(palette)`

Mari kita coba membuat button pada window dengan contoh script berikut:

```
import sys
from PyQt5 import QtWidgets

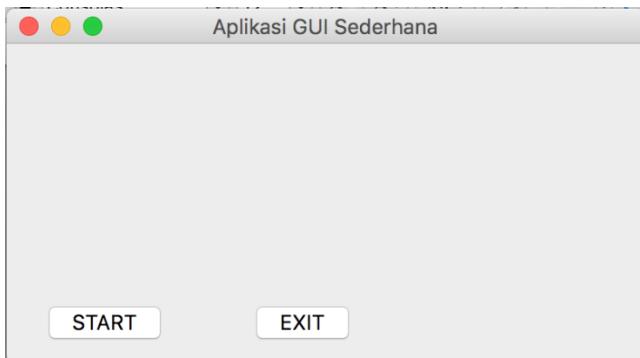
class NewWindow(QtWidgets.QWidget):
    def __init__(self):
        QtWidgets.QWidget.__init__(self)
        self.setup()
    def setup(self):
        self.setGeometry(200,200,400,200)
        self.setWindowTitle("Aplikasi GUI Sederhana")
        self.startBtn = StartBtn(self)
        self.quitBtn = QuitBtn(self)
        self.show()

class StartBtn(QtWidgets.QPushButton):
    def __init__(self, parent):
        QtWidgets.QPushButton.__init__(self, parent)
        self.setText("START")
        self.move(20,160)

class QuitBtn(QtWidgets.QPushButton):
    def __init__(self, parent):
        QtWidgets.QPushButton.__init__(self, parent)
        self.setText("EXIT")
        self.move(150,160)

if name == " main ":
    app = QtWidgets.QApplication(sys.argv)
    mainWindow = NewWindow()
    app.exec()
```

Maka ketika dijalankan akan menampilkan window seperti berikut:



Gambar 10.2. Tampilan window dengan dua buah button

### 10.3 Signal dan Slots

PyQt5 menggunakan mekanisme signal/slots untuk mendefinisikan sebuah aksi ketika ada event yang terjadi. Sebuah **signal** akan dikeluarkan ketika terjadi sebuah event tertentu. Widgets sudah memiliki beberapa signal yang telah didefinisikan, namun kita juga bisa menambahkan signal sendiri di dalam subclass widgets.

Beberapa signal pada elemen QPushButton adalah:

- QPushButton.clicked
- QPushButton.pressed
- QPushButton.released

**Slot** adalah sebuah fungsi yang akan dipanggil untuk merespon sebuah signal. Widgets sudah memiliki slot yang telah didefinisikan, namun kita juga dapat secara mudah mendefinisikan slot kita sendiri.

Contoh program kita sebelumnya, tidak akan ada aksi apa-apa ketika sebuah button diklik. Coba kita tambahkan sebuah signal/slot ketika button Exit diklik. Maka signal yang digunakan adalah QPushButton.clicked dan slot-nya adalah QWidget.quit(), di mana QtWidgets.qApp adalah instance dari QApplication yang sedang berjalan.

```

class QuitBtn(QtWidgets.QPushButton):
    def __init__(self, parent):
        QtWidgets.QPushButton.__init__(self, parent)
        self.setText("EXIT")
        self.move(150, 160)
        self.clicked.connect(parent.close)

```

Maka ketika button Exit di klik, window akan tertutup.

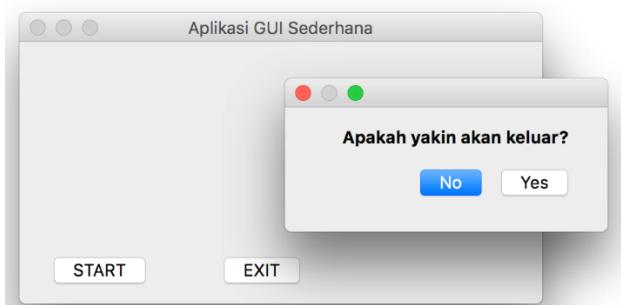
Kita bebas mendefinisikan perilaku dari aplikasi yang kita buat dengan melakukan overriding method yang sudah ada. Misalnya QtWidgets.QWidget memiliki method closeEvent bawan, di mana akan dipanggil ketika ada request untuk menutup aplikasi. Secara default, aplikasi akan selalu menerima request dan menutup window. Kita akan mencoba memberikan pop-up window (message box) untuk memberikan klarifikasi untuk menutup window.

```

class NewWindow(QtWidgets.QWidget):
    def __init__(self):
        ...
    def setup(self):
        ...
        # override method closeEvent seperti berikut
    def closeEvent(self, event):
        reply = QuitMessage().exec_()
        if reply == QtWidgets.QMessageBox.Yes:
            event.accept()
        else:
            event.ignore()

    # Tambahkan kelas QuitMessage berikut
    class QuitMessage(QtWidgets.QMessageBox):
        def __init__(self):
            QtWidgets.QMessageBox.__init__(self)
            self.setText("Apakah yakin akan keluar?")
            self.addButton(self.No)
            self.addButton(self.Yes)

```



Gambar 10.3. Contoh signal-slots saat keluar window

## 10.4 Layouting

PyQt API menyediakan kelas untuk mengatur tata letak untuk pengaturan posisi widget yang lebih elegan. Keuntungan dari layout manager ini dibandingkan menggunakan posisi absolut biasa adalah:

- Widget di dalam window secara otomatis diresize
- Memastikan tampilan yang seragam pada perangkat dengan resolusi layar yang berbeda
- Menambah atau menghapus widget secara dinamis tanpa harus mendesain ulang

QLayout adalah superclass dari kelas turunan QHBoxLayout, QVBoxLayout, dan QFormLayout.

### 10.4.1 Kelas QHBoxLayout

Kelas QHBoxLayout dapat menata widget secara vertikal atau horizontal. Kelas turunannya adalah QVBoxLayout (untuk mengatur widget secara vertikal) dan QHBoxLayout (untuk mengatur widget secara horizontal).

#### Contoh 1: Vertikal Layout

Di contoh ini dua tombol ditambahkan dalam layout vertikal box. Ruang kosong yang dapat direntangkan ditambahkan di antara tombol tersebut dengan metode addStretch(). Oleh karena itu, jika window diubah ukurannya, posisi tombol secara otomatis disesuaikan.

```
import sys
from PyQt5.QtWidgets import *

class MyApp(QWidget):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.title = "PyQt Vertical Box Layout"
        self.initUI()
    def initUI(self):
        b1=QPushButton("Button1")
        b2=QPushButton("Button2")
        vbox=QVBoxLayout()
        vbox.addWidget(b1)
        vbox.addStretch(1)
        vbox.addWidget(b2)
        self.setLayout(vbox)
        self.setWindowTitle(self.title)
        self.show()

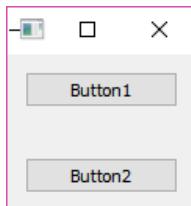
if __name__ == '__main__':
    app = QApplication(sys.argv)
    ex = MyApp()
    sys.exit(app.exec_())
```

```

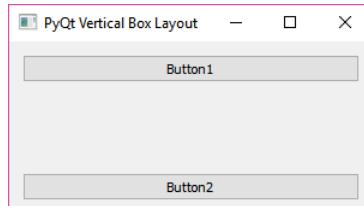
vbox.addStretch()
vbox.addWidget(b2)
self.setLayout(vbox)
self.setWindowTitle(self.title)
self.show()

if name == ' main ':
    app = QApplication(sys.argv)
    win = MyApp()
    app.exec_()

```



Tampilan awal program



Setelah diresize, posisi dan ukuran tombol berubah serupa dinamis

Gambar 10.4. Contoh vertikal box layout

## Contoh 2: Nested Box Layout

Contoh berikut menunjukkan bagaimana layout dapat dibuat secara bersarang. Di sini 2 tombol ditambahkan ke layout vertikal. Kemudian, objek layout horizontal dengan 2 tombol di dalamnya, ditambahkan ke dalam layout vertikal. Akhirnya, objek layout vertikal diterapkan ke window dengan method `setLayout()`.

```

import sys
from PyQt5.QtWidgets import *
class MyApp(QWidget):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.title = "PyQt Box Layout"
        self.initUI()

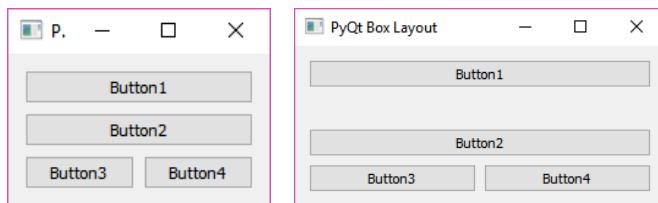
```

```

def initUI(self):
    b1 = QPushButton("Button1")
    b2 = QPushButton("Button2")
    vbox = QVBoxLayout()
    vbox.addWidget(b1)
    vbox.addStretch()
    vbox.addWidget(b2)
    b3 = QPushButton("Button3")
    b4 = QPushButton("Button4")
    hbox = QHBoxLayout()
    hbox.addWidget(b3)
    hbox.addWidget(b4)
    vbox.addLayout(hbox)
    self.setLayout(vbox)
    self.setWindowTitle(self.title)
    self.show()

if name == ' main ':
    app = QApplication(sys.argv)
    win = MyApp()
    app.exec_()

```



Tampilan awal program

Setelah diresize, posisi dan ukuran tombol berubah secara dinamis

Gambar 10.5. Contoh nested box layout

#### 10.4.2 Kelas QGridLayout

Objek kelas QGridLayout menampilkan grid sel yang disusun dalam baris dan kolom. Kelas berisi metode addWidget(). Widget apa pun dapat ditambahkan dengan menentukan jumlah baris dan kolom sel. Kita dapat menambahkan parameter faktor rentang untuk baris serta kolom, jika diberikan parameter ini membuat widget lebih lebar atau

lebih tinggi dari sel lainnya. Dua penerapan metode addWidget() adalah sebagai berikut:

Tabel 10.1. Penerapan Metode addWidget()

addWidget(QWidget, int r, int c)	Menambahkan widget pada baris dan ditentukan
addWidget(QWidget, int r, int c, int rowspan, int colspan)	Menambahkan widget pada baris dan ditentukan dan memiliki lebar dan / atau tinggi ditentukan

Objek Layout lain juga dapat ditambahkan di sel mana pun di grid untuk membuatnya bersarang.

Tabel 10.2. Penerapan Metode addLayout()

addLayout(QLayout, int r, int c)	Menambahkan objek layout pada baris dan ditentukan
----------------------------------	--

## Contoh

Kode berikut membuat grid layout dari 16 tombol diatur dalam grid dengan 4 baris dan 4 kolom.

```
import sys
from PyQt5.QtWidgets import *

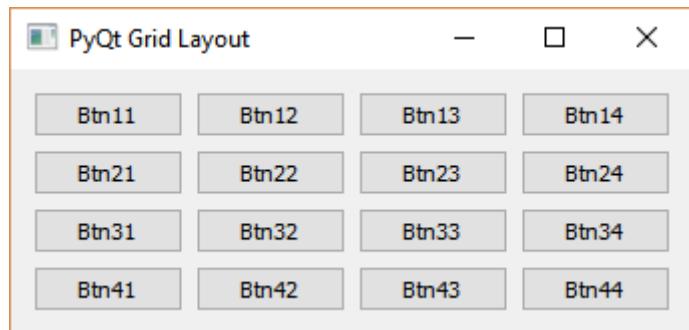
class MyApp(QWidget):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.title = "PyQt Grid Layout"
        self.initUI()
    def initUI(self):
        grid = QGridLayout()
        for i in range(1,5):
            for j in range(1,5):
                grid.addWidget(QPushButton("Btn"+str(i)+str(j)), i, j)
        self.setLayout(grid)
```

```

        self.setWindowTitle(self.title)
        self.show()

if __name__ == '__main__':
    app = QApplication(sys.argv)
    win = MyApp()
    app.exec_()

```



Gambar 10.6. Contoh grid layout

#### 10.4.3 Kelas QFormLayout

QFormLayout adalah cara mudah untuk membuat dua bentuk kolom, di mana setiap baris terdiri dari input yang terkait dengan label. Kolom kiri berisi label dan kolom kanan berisi kolom input. Tiga overload method addRow() adalah sebagai berikut:

Tabel 10.3. Tiga Penerapan Metode addRow()

addRow(QLabel, QWidget)	Menambahkan baris yang berisi label dan bidang masukan
addRow(QLabel, QLayout)	Menambahkan tata letak anak di kolom kedua
addRow(QWidget)	Menambahkan widget yang mencakup kedua kolom

## Contoh

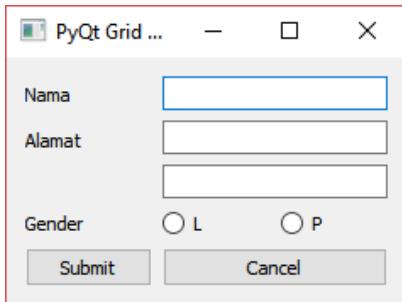
Kode ini menambahkan objek QLineEdit untuk memasukkan nama di baris pertama. Kemudian ditambahkan layout vertikal untuk dua input alamat di kolom kedua pada baris berikutnya. Selanjutnya, objek layout horizontal yang berisi dua kolom Radio button ditambahkan di kolom kedua pada baris ketiga. Baris keempat diberikan dua tombol ‘Submit’ dan ‘Cancel’.

```
import sys
from PyQt5.QtWidgets import *

class MyApp(QWidget):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.title = "PyQt Grid Layout"
        self.initUI()
    def initUI(self):
        fbox = QFormLayout()
        l1 = QLabel("Nama")
        nm = QLineEdit()
        l2 = QLabel("Alamat")
        add1 = QLineEdit()
        add2 = QLineEdit()
        fbox.addRow(l1, nm)
        vbox = QVBoxLayout()
        vbox.addWidget(add1)
        vbox.addWidget(add2)
        fbox.addRow(l2, vbox)
        hbox = QHBoxLayout()
        r1 = QRadioButton("L")
        r2 = QRadioButton("P")
        hbox.addWidget(r1)
        hbox.addWidget(r2)
        fbox.addRow(QLabel("Gender"), hbox)

        fbox.addRow(QPushButton("Submit"), QPushButton("Cancel"))
        self.setLayout(fbox)
        self.setWindowTitle(self.title)
        self.show()

if __name__ == '__main__':
    app = QApplication(sys.argv)
    win = MyApp()
    app.exec_()
```



Gambar 10.7. Contoh tampilan form layout

## 10.5 Menggunakan GtDesigner untuk Merancang GUI

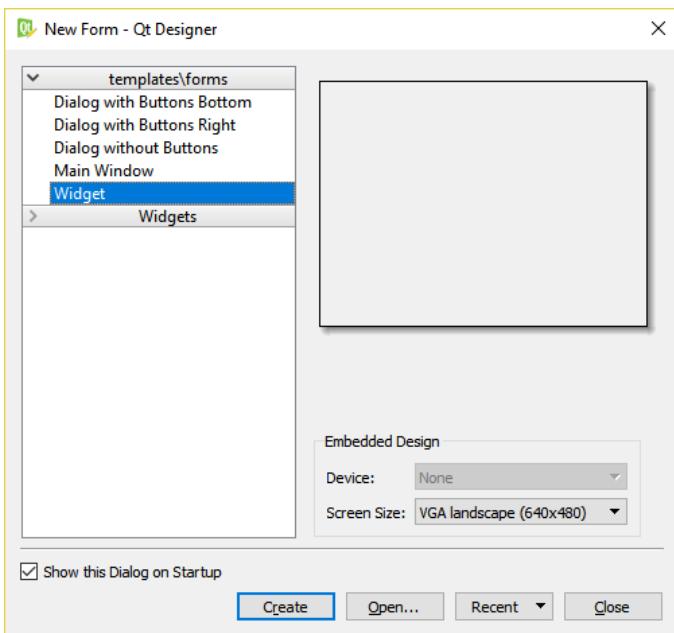
Instalasi PyQt dilengkapi dengan tools untuk merancang GUI dengan mudah yang disebut QtDesigner. Tools ini menggunakan antarmuka drag and drop sederhana, sehingga GUI dapat dengan cepat dibuat tanpa harus menulis kode. Namun, QtDesigner tidak memiliki fasilitas untuk menulis kode program sehingga sedikit susah untuk melakukan debug dan membangun aplikasi.

Pembuatan antarmuka GUI menggunakan QtDesigner dimulai dengan memilih top level window untuk aplikasi.

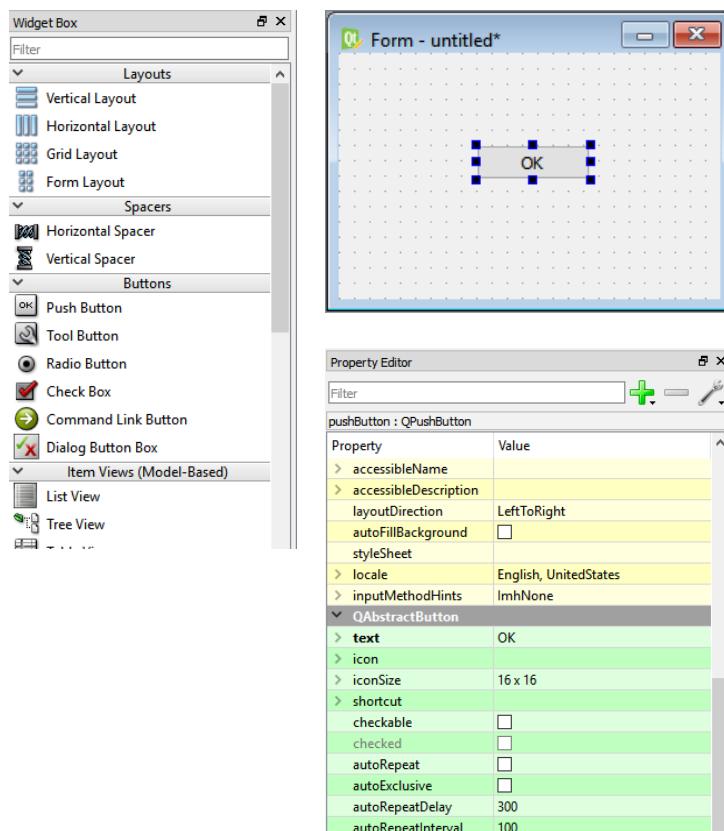
Kemudian Anda dapat *drag and drop* widget yang diperlukan dari kotak widget di sebelah kiri. Anda juga dapat menetapkan nilai ke properti widget yang diletakkan pada form.

Desain GUI yang dirancang dengan QtDesigner disimpan sebagai file dengan ekstensi \*.ui. File ui ini berisi representasi XML widget dan propertinya. File desain ini perlu diterjemahkan ke dalam kode setara Python dengan menggunakan perintah pyuic5 dari command prompt (windows) atau terminal (linux/mac). Penggunaan pyuic5 adalah sebagai berikut:

```
pyuic5 -x namafile.ui -o namafile.py
```



Gambar 10.8. Window awal QtDesigner untuk membuat desain baru



Gambar 10.9. Tampilan beberapa toolbox pada lembar kerja QtDesigner