

# REVOLUSI PENGGUNAAN IPYTHON NOTEBOOK UNTUK PENGKARYAAN PENYELIDIKAN YANG LEBIH BERKESAN DI AGENSI NUKLEAR MALAYSIA

**Megat Harun Al Rashid Megat Ahmad, Azraf Azman, Hafizal Yazid, Rafhayudi Jamro, Mohd Rizal Mamat dan Anwar Abdul Rahman**

**Bahagian Teknologi Industri dan Bahagian Sokongan Teknikal, Agensi Nuklear Malaysia**

Penyelidikan sains dan kejuruteraan pada masa kini amat memerlukan perisian saintifik dan kejuruteraan yang dapat membantu mempercepat dan mempermudah aktiviti penyelidikan. Sejak tiga tahun yang lepas, satu pakej perisian berasaskan sumber terbuka *IPython Notebook* telah dibangunkan menjadi pakej yang sangat efektif untuk tujuan ini. Artikel ini menceritakan rancangan sekumpulan penyelidik untuk merubah budaya kerja di Agensi Nuklear Malaysia dengan memperkenalkan dan melatih para penyelidik penggunaan *IPython Notebook* secara sukarela.

## Pengenalan

Aktiviti utama Agensi Nuklear Malaysia ialah penyelidikan asas dan gunaan dalam bidang nuklear dan radiasi. Aktiviti-aktiviti ini banyak menggunakan perisian-perisian komputer untuk analisa data melalui pengiraan, penurunan, pemplotan dan pelaporan data penyelidikan. Sebahagian besar aktiviti ini dilaksanakan dengan menggunakan pakej perisian pejabat terutama *Microsoft Office*. Perisian-perisian dalam pakej ini seperti pemprosesan kata ("*word processor*"), hamparan elektronik ("*spreadsheet*") dan pengkalan data ("*database*") biasa digunakan untuk kerja-kerja sebegini.

Namun begitu di dalam penyelidikan dan penerbitan saintifik di peringkat antarabangsa, perisian-perisian dalam pakej perisian pejabat biasanya tidak digunakan untuk analisa data. Perisian-perisian begini lebih sesuai digunakan untuk kerja-kerja ringan yang berkaitan dengan aktiviti kerja kepejabatan dan bukannya penyelidikan. Contoh plot atau

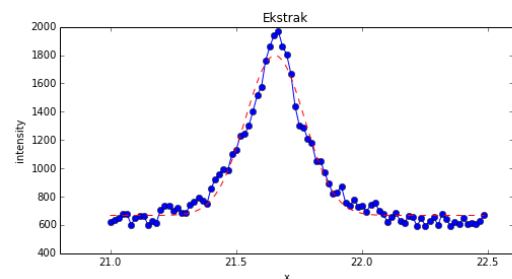
graf yang dihasilkan menggunakan hamparan elektronik biasanya dianggap kurang kualiti untuk dipaparkan dalam jurnal antarabangsa. Terdapat beberapa perisian yang biasa digunakan di peringkat antarabangsa yang amat berkesan membantu analisa data penyelidikan seperti *IgorPro* dan *OriginPro* (kedua-duanya berasaskan hamparan elektronik untuk pemplotan/analisa data), dokumentasi penyelidikan berkualiti biasanya dihasilkan menggunakan kod *LaTeX*, *SigmaPlot* untuk pemplotan data dan banyak lagi.

```
In [26]: # Plotting the best fit
x2_val = sudutE
y2_val = popt[0]*exp(-(x2_val-popt[1])**2/(2*popt[2]**2))+popt[3]

import matplotlib.pyplot as plt

plt.plot(sudutE,keamatanE,'-o')
plt.plot(x2_val,y2_val,'r-', ls='--', label="Exp Fit")
plt.title('Ekstrak')
plt.ylabel('intensity')
plt.xlabel('x')
```

Out[26]: <matplotlib.text.Text at 0xb0f4d90>



**Rajah 1:** Penyedangan data difraksi sinar-X melalui pengoptimuman Levensberg-Marquadt

Kecuali *LaTeX*, perisian-perisian ini ialah perisian komersil dan tiada integrasi yang mudah di antaranya dengan pengguna masih perlu menggunakan beberapa perisian untuk semua aktiviti analisa data. Terdapat beberapa perisian yang bersifat aliran kerja ("*workflow*") yang hampir mengintegrasikan semua ak-

tiviti analisa data seperti *MATLAB*, *Mathematica*, *Maple*, *MathCad*, *IDL* dan lain-lain. Perisian-perisian ini amat berkesan tetapi mahal dan memerlukan bayaran lesen tahunan. Ini memerlukan belanja yang besar bagi sesebuah institusi penyelidikan kerajaan. Para penyelidik boleh juga menggunakan bahasa pemrograman seperti *C* dan *FORTRAN* dan ini adalah percuma tetapi masih belum membolehkan penyelidik mudah mengintegrasikan aktiviti analisa data. Para penyelidik perlu mempelajari sintaks bahasa pemrograman ini yang biasanya bukanlah suatu yang mudah dan boleh dikuasai dalam masa yang singkat. Ini menyebabkan para penyelidik hilang minat menggunakan bahasa pemrograman dalam kerja-kerja penyelidikan mereka.

## Kemahiran Pemrograman

Terdapat beratus-ratus bahasa pemrograman komputer di dunia. Sebahagiannya khusus untuk kerja-kerja spesifik seperti *FORTRAN* yang biasa digunakan untuk pengkomputeran matematik, sains dan kejuruteraan sementara *PHP* serta *Javascript* biasa digunakan untuk aplikasi sesawang. Lain-lain bahasa pemrograman seperti *C* dan *C++* hampir digunakan dalam semua aspek pengkomputeran begitu juga dengan *Python* dan *Perl*.

```

• Evaluating  $\frac{d}{dx}(\cos(x)e^x)$ 

In [50]: sp.diff(sp.cos(x)*sp.exp(x), x)
Out[50]: -exp(x)*sin(x) + exp(x)*cos(x)

• Evaluating  $\int e^x \sin(x) dx$ 

In [51]: sp.integrate(sp.exp(x)*sp.sin(x), x)
Out[51]: exp(x)*sin(x)/2 - exp(x)*cos(x)/2

• Computing  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{1+x^2} dx$ 

In [52]: sp.integrate(1/(1+x**2), (x, -sp.oo, sp.oo))
Out[52]: pi

```

**Rajah 2:** Sebahagian fungsi pengiraan matematik simbolik

Pada masa kini, kerja-kerja analisa data saintifik dan kejuruteraan banyak menggunakan *Python*. Ini kerana sintaksnya yang mudah serta banyak alat atau perpustakaan perisian yang dibina khusus supaya boleh dipakai menggunakan sintaks *Python*. Alat perisian *Python* seperti *SciPy* dan *Numpy* (untuk sains dan kejuruteraan), *Matplotlib* (pemplokan profesional), *Pandas* (pengkalan data) dan lain-lain membolehkan sintaks *Python* digunakan bukan sahaja untuk analisa data saintifik dan kejuruteraan tetapi

juga merangkumi bidang perniagaan dan ekonomi.

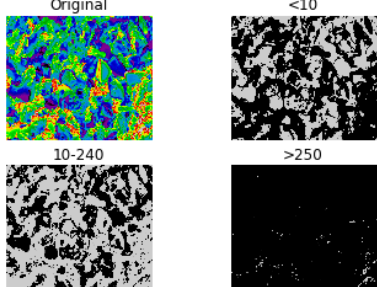
*Python* adalah bahasa pemrograman penterjemah, dihasilkan oleh *Guido von Rossum* pada Disember 1989 di *National Research Institute for Mathematics and Computer Science* atau *CWI* di Belanda sebagai pengganti kepada bahasa pemrograman *ABC*. *Python* bersifat multi-paradigma dengan menyokong kaedah pemrograman prosedur, berfungsi, penting dan berorientasikan objek. Ianya merupakan pakej pra-pasang dalam mana-mana edaran sistem operasi berasaskan *Linux* dan hadir sekali dalam bentuk penterjemah interaktif untuk memudahkan pengguna.

```

In [77]: # Convert to int so we can store the labels
depth1 = bubbles.astype(int)
depth2 = sand.astype(int)
depth3 = glass.astype(int)
for name, img in [('<10', depth1),
                  ('10-240', depth2),
                  ('>250', depth3)]:
    labels, count = ndi.label(img)
    print '%s regions found in %s' % (count, name)
    img[:] = labels
    obj_areas = [np.sum(labels == i) for i
                  in range(1, labels.max()+1)]
    print "Mean obj area %d" % np.mean(obj_areas)
plot_images(cmap=plt.cm.spectral)

```

935 regions found in <10  
Mean obj area 385  
791 regions found in 10-240  
Mean obj area 673  
545 regions found in >250  
Mean obj area 16



**Rajah 3:** Memproses imej daripada alatan mikroskop imbasan elektron

Semenjak 2001, satu lagi penterjemah interaktif yang dipanggil *IPython* telah diperkenalkan oleh *Fernando Perez* di *Univeristy of Colorado, Boulder*. *IPython* mempunyai ciri-ciri penterjemah interaktif *Python* yang lebih terkehadapan dengan membolehkan pengguna mengintegrasikan secara aliran kerja alat-alat dan perpustakaan-perpustakaan perisian *Python*. Ianya diilhamkan daripada keberkesanan dan mudahnya penggunaan perisian *Mathematica* dan kepelbagaian penggunaan perisian *Sage*. Semenjak 2011, kernel *IPython* boleh dilarikan menggunakan pelayar web dan kernel ini dikenali sebagai *IPython Notebook*. Pelbagai kemudahan telah ditambah kepada kernel ini sehingga membolehkannya melarikan juga bahasa pemrograman lain yang pent-

ing seperti *Bash*, *Perl* dan *Ruby* serta pengekodan *LaTeX*. Selain itu kod *Python* boleh dilarikan bersama *Cython*, *R*, bahasa pemrograman saintifik terbaru iaitu *Julia*, *Haskell* dan *Octave*. *IPython Notebook* sekarang menyokong pemprosesan selari menggunakan *MPI* dan perkongsian ingatan. *IPython Notebook* adalah percuma dan dibangunkan secara komuniti pengguna komputer dan boleh dilarikan dalam sistem operasi *Windows* yang banyak diguna-pakai di agensi ini.

```
In [7]: %pylab inline

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

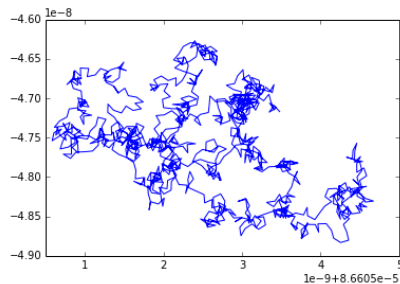
xp = np.random.uniform(0,0.0001,20)
yp = np.random.uniform(-0.00000005,0.00000005,20)

for value in range(0,xp.size,1):
    angle1 = np.random.normal(0,pi,1000)
    x = xp[value]+np.cumsum(d1*np.cos(angle1))
    y = yp[value]+np.cumsum(d1*np.sin(angle1))

plt.plot(x,y)
```

Populating the interactive namespace from numpy and matplotlib

```
Out[7]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x2aa7ed0>]
```



Rajah 4: Simulasi pergerakan Brownian

## Pandangan Kehadapan

Kehadiran *IPython Notebook* dalam pengkomputeran saintifik dan kejuruteraan membolehkan kami merealisasikan keinginan kami untuk melihat penyelidik di agensi dapat menggunakan bahasa pemrograman di dalam kerja-kerja penyelidikan mereka. Kami telah lama menggunakan bahasa pemrograman dalam kerja-kerja penyelidikan kami dan kami mendapat manfaat yang besar kerana penggunaan pemrograman sangat mempercepat dan banyak mempermudah kerja-kerja penyelidikan kami terutama memproses data yang banyak.

Kami ingin berkongsi pengetahuan kami tentang penggunaan bahasa pemrograman dalam penyelidikan dan merasakan *IPython Notebook* boleh merevolusikan cara kerja penyelidikan di Agensi Nuklear Malaysia. Oleh itu kami telah bercadang akan mengadakan latihan berkala untuk para penyelidik di agensi ini. Latihan pertama telah dibuat pada 5 hingga 9 Mei 2014 terutama untuk kumpulan

teknologi bahan dan beberapa peserta dari Bahagian Teknologi Industri, Sokongan Teknikal dan Teknologi Reaktor. Selain itu kami telah mengadakan ceramah ringkas untuk kumpulan WasTec, Bahagian Teknologi Sisa dan Alam Sekitar pada 22 Ogos 2014 dan telah mula meletakkan tutorial berkaitan *IPython Notebook* dan penggunaan perpustakaanannya di laman sesawang *GitHub*.

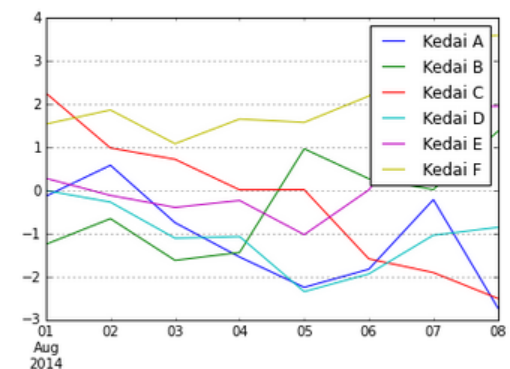
```
Out[104]:
```

	Kedai A	Kedai B	Kedai C	Kedai D
2014-08-01	-0.137661	-1.255020	2.258172	-0.004700
2014-08-02	0.718729	0.596196	-1.276297	-0.270385
2014-08-03	-1.333154	-0.967885	-0.262942	-0.836914
2014-08-04	-0.796907	0.182820	-0.709143	0.037897
2014-08-05	-0.704104	2.406617	0.003234	-1.278615
2014-08-06	0.420048	-0.694761	-1.604601	0.411296
2014-08-07	1.615757	-0.250065	-0.318924	0.899153
2014-08-08	-2.517688	1.354668	-0.601412	0.181401

```
In [120]: # Simple auto plotting
```

```
df_add.T.append(df4.T).T.cumsum().plot()
```

```
Out[120]: <matplotlib.axes.AxesSubplot at 0x509bd50>
```



Rajah 5: Penggunaan Pandas untuk analisa pengkalan data dan statistik

Kami berharap ini adalah permulaan kepada berkembangnya penggunaan *IPython Notebook* di agensi ini akan menyah-elitkan penggunaan bahasa pemrograman yang pada masa sekarang hanya diketahui oleh beberapa penyelidik sahaja. Kami berharap dapat mencapai falsafah kami iaitu pemrograman untuk semua. Semoga usaha ini dapat memberi manfaat yang amat besar dalam merevolusikan pengkaryaan penyelidikan saintifik di Agensi Nuklear Malaysia.

## Bacaan Lanjut

1. <https://www.python.org/>
2. <http://ipython.org/>
3. <http://fperez.org/papers/ipython07-pe-gr-cise.pdf>