**Tugas 2 Praktikum Metode Numerik**

**Semester Genap Tahun Ajaran 2022/2023**

**Petunjuk Umum:**

1. Kerjakan secara individu.
2. Kerjakan tugas ini menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *file format* berupa *interactive Python notebook* (yaitu *file* berbentuk **.ipynb** BUKAN .py), yang bisa dibuat misalnya menggunakan Jupyter Notebook atau Google Colaboratory.
3. **Harap sertakan penjelasan untuk setiap variabel yang digunakan dan setiap proses secara singkat** di samping potongan kode (dengan *comment*, ‘#'). Selain itu, **sertakan juga penjelasan program** (yang bisa mencakupi idenya apa, bagaimana cara eksekusi program, atau tentang algoritma program yang digunakan) **pada *cell* di sebelah (atas/bawah) program**.
4. Format nama *file* untuk Tugas 2 adalah:

**Nama Lengkap\_NPM\_Kelas SIAK\_Tugas2PrakMetnum.ipynb**

Contoh penamaan yang benar:

Johan Frederik Steffensen\_2234567890\_Kelas F\_Tugas2PrakMetnum.ipynb

1. Pengumpulan tugas dilakukan ke Google Forms berikut ini, sesuai dengan kelas Anda di SIAK NG (*link* akan selalu sama untuk semua tugas praktikum metode numerik):

* Kelas A: <https://forms.gle/Wgin1RdVyrNZ7xDbA>
* Kelas B: <https://forms.gle/cqurG75aqdTLq1LR8>
* Kelas C: <https://forms.gle/yPKk42n1mTLrJzFE6>
* Kelas D: <https://forms.gle/7TnSmCT9DcmhBvvo6>
* Kelas E: <https://forms.gle/SSQUksLtwsLkYTxT6>

1. Durasi pengerjaan Tugas 2 ini adalah **3 (tiga) minggu**, dan tenggat waktu (*deadline*) pengumpulan Tugas 2 ini adalah

**Selasa, 18 April 2023, pukul 23.59 WIB.**

Mohon manfaatkan waktu Anda dengan baik (seperti mencicil pengerjaan, bahkan sudah selesai dari jauh-jauh hari) agar mengumpulkan tugas sebelum *deadline*. Keterlambatan pengumpulan akan dikenakan pengurangan nilai (sudah dibicarakan dengan dosen). Lebih baik tidak terlambat daripada terlambat, dan lebih baik terlambat daripada tidak mengumpulkan sama sekali.

1. Sesuai standar Universitas Indonesia, **plagiarisme dilarang keras** dan bisa menyebabkan nilai tugas praktikum **menjadi nol untuk semua pihak yang terlibat, tanpa peringatan apapun.**
2. *Module* atau *package* Python yang boleh digunakan (di-*import*) untuk Tugas 2 ini hanyalah numpy, tabulate, sympy, dan matplotlib. Apabila Anda berniat ingin menggunakan *module* lain, harap konfirmasikan ke narahubung terlebih dahulu (bisa saja diperbolehkan).
3. Narahubung untuk Tugas 2 Praktikum Metode Numerik adalah:

Bisma Rohpanca Joyosumarto (ID LINE: bisma\_joyosumarto)

Silakan hubungi narahubung di atas apabila ada yang ingin ditanyakan atau dikonfirmasikan.

**Soal Tugas 2 Praktikum Metode Numerik**

Kali ini, bobot penilaian dibagi rata per poin pada soal (bagian wajib). Bagian bonus hanya menaikkan nilai apabila nilai pada bagian wajib belum sempurna.

**Bagian wajib**

Diberikan fungsi sebagai berikut:

di mana t adalah digit terakhir NPM Anda (bisa dihitung dengan t = NPM mod 10).

Perhatikan bahwa kita bisa mengelompokkan metode interpolasi yang telah kita pelajari ke dalam tiga kategori:

1. Kategori Metode Hermite: menghasilkan polinom (bisa di-*plot*), menggunakan data turunan.

* Metode Hermite dengan Polinom Lagrange - tidak menghasilkan tabel
* Hermite Forward Divided Difference (Forward HDD) - menghasilkan tabel
* Hermite Backward Divided Difference (Backward HDD) - menghasilkan tabel

1. Kategori Metode non-Hermite: menghasilkan polinom (bisa di-*plot*), tidak menggunakan data turunan.

* Interpolasi Lagrange biasa - tidak menghasilkan tabel
* Newton Forward Divided Difference (Forward NDD) - menghasilkan tabel
* Newton Backward Divided Difference (Backward NDD) - menghasilkan tabel

1. Kategori Metode Neville: tidak menghasilkan polinom (tidak bisa di-*plot*), tidak menggunakan data turunan.

* Metode Neville - menghasilkan tabel

**Untuk tiap kategori di atas, pilih satu metode** (sehingga total memilih tiga metode, dan Metode Neville secara tidak langsung wajib dipilih). Kemudian, buatlah suatu program dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Program secara otomatis menghitung data nilai dan pada lima titik x berikut ini: [2, 2.5, 3, 3.5, 4].
2. Program mengaproksimasi nilai fungsi pada menggunakan data x, yang telah dihitung untuk kelima titik tersebut **(tidak langsung menggunakan fungsi aslinya)**, dengan ketiga metode yang telah Anda pilih.

* Tampilkan hasil interpolasi pada untuk tiap metode yang dipilih.
* Untuk metode yang menghasilkan polinom, tampilkan polinomnya dengan sympy.pprint().
* Untuk metode yang menghasilkan tabel, tampilkan juga tabelnya.

1. Program membuat beberapa *plot* (x, y) untuk tiap polinom interpolasi (kecuali Metode Neville), total tiga *plot*:

* masing-masing pada *plot* terpisah (total dua *plot*; satu *plot* per metode)
* kedua polinom di satu *plot* yang sama, tentunya dengan keterangan/label untuk masing-masing metode, bersama dengan *plot* fungsi yang aslinya (total tiga kurva di satu *plot*)

***Note*:** banyaknya titik yang digunakan **untuk menggambar *plot*** boleh lebih dari lima titik, bahkan 100+ titik juga boleh.

**Bagian bonus**

* Program bisa menerima input berupa sembarang fungsi , sembarang NPM, sembarang banyaknya data (sesuai permintaan pengguna; tidak harus lima titik), dan sembarang interval.
* Program bisa *looping*, menerima input berkali-kali sesuai permintaan pengguna, tanpa harus di-*run* ulang terlebih dahulu.
* Keseluruhan program dikemas di dalam satu *function*.

**Catatan:**

* Fungsi yang diberikan bisa sangat berbeda untuk nilai t yang berbeda. Anda bisa mencocokkan plot Anda (terutama plot yang asli) dengan *software* untuk plot fungsi, seperti Desmos atau Wolfram Mathematica.
* Secara teori, hasil dari interpolasi Lagrange, Metode Neville, dan Newton Divided Differences (baik Forward NDD maupun Backward NDD) harusnya kurang lebih sama. Begitu juga dengan hasil di antara semua variasi metode Hermite, harusnya hasilnya kurang lebih sama. Namun, hasil antara kategori metode Hermite dengan kategori lainnya bisa sangat berbeda karena penggunaan data turunan.
* Lima titik memang tidak cukup untuk aproksimasi yang sangat akurat. (Namun, lima titik saja sudah membuat semua tabel cukup besar.) Ingat bahwa metode interpolasi hanya melakukan pencocokkan dengan data yang diberikan. Apabila hasil interpolasi Anda memenuhi syarat nilai dan (serta untuk kategori metode Hermite) pada semua titik di data yang diberikan, maka kemungkinan program Anda sudah benar.

**Contoh *running* program (dengan input yang berbeda dengan permintaan soal):**

| >>> tugas2metnum()  Masukkan NPM Anda: 2106635584  Maka, t = 4  Masukkan sembarang fungsi f(x), boleh bergantung t:  f(x) = t \* sin(x)  Maka, f(x) = 4\*sin(x)  Fungsi f(x) akan diaproksimasi dengan polinom menggunakan metode interpolasi berikut:  - Interpolasi Lagrange biasa  - Metode Neville  - Hermite Backward Divided Difference (Backward HDD)  Masukkan banyaknya titik yang ingin digunakan untuk interpolasi: 3  Akan digunakan 3 titik dari suatu interval [a, b].  Masukkan a: -1  Masukkan b: 5  Titik-titik yang akan digunakan untuk interpolasi adalah:  [-1.0, 2.0, 5.0]  Diperoleh nilai f(x) pada titik-titik tersebut:  [-3.365883939231586, 3.637189707302727, -3.835697098652554]  dan nilai f'(x) pada titik-titik tersebut:  [2.161209223472559, -1.6645873461885696, 1.134648741852905]  Masukkan nilai x yang ingin dihitung hasil aproksimasinya: 0  Nilai f(0) akan diaproksimasi.  === HASIL INTERPOLASI LAGRANGE BIASA ===  -3.36588393923159⋅(0.666666666666667 - 0.333333333333333⋅x)⋅(0.833333333333333  - 0.166666666666667⋅x) + 3.63718970730273⋅(1.66666666666667 - 0.3333333333333  33⋅x)⋅(0.333333333333333⋅x + 0.333333333333333) - 3.83569709865255⋅(0.16666666  6666667⋅x + 0.166666666666667)⋅(0.333333333333333⋅x - 0.666666666666667)  disederhanakan:  2  - 0.804220025138311⋅x + 3.13857790731641⋅x + 0.57691399322314  Plot fungsi:    Nilai fungsi interpolasi Lagrange pada x = 0:  0.57691399322314  === HASIL METODE NEVILLE ===  Tabel Metode Neville:  | i | x\_i | Q\_{i,0} | Q\_{i,1} | Q\_{i,2} |  |-----+-------+-----------+---------------------+------------------|  | 0 | -1 | -3.36588 | | |  | 1 | 2 | 3.63719 | -1.0315260570534817 | |  | 2 | 5 | -3.8357 | 8.619114244606248 | 0.57691399322314 |  === HASIL HERMITE DIVIDED DIFFERENCES ===  | i | z\_i | f(z\_i) | DD ke-1 | DD ke-2 | DD ke-3 | DD ke-4 | DD ke-5 |  |-----+-------+--------------------+---------------------+----------------------+----------------------+---------------------+----------------------|  | 0 | -1.0 | -3.365883939231586 | | | | | |  | | | | 2.161209223472559 | | | | |  | 1 | -1.0 | -3.365883939231586 | | 0.057716219568515026 | | | |  | | | | 2.334357882178104 | | -0.46356598745246874 | | |  | 2 | 2.0 | 3.637189707302727 | | -1.3329817427888913 | | 0.1066366488893326 | |  | | | | -1.6645873461885696 | | 0.17625390588352685 | | -0.00892801932101187 |  | 3 | 2.0 | 3.637189707302727 | | -0.27545830748773015 | | 0.05306853296326137 | |  | | | | -2.49096226865176 | | 0.4946651036630951 | | |  | 4 | 5.0 | -3.835697098652554 | | 1.208537003501555 | | | |  | | | | 1.134648741852905 | | | | |  | 5 | 5.0 | -3.835697098652554 | | | | | |  Polinom Backward HDD:    1.1346487418529⋅x + 4.0⋅(-0.00892801932101187⋅x - 0.00892801932101187)⋅25.0⋅(0  2 2  .2⋅x - 1) ⋅(0.5⋅x - 1) + (0.0530685329632614⋅x - 0.106137065926523)⋅25.0⋅(0.2  2 2  ⋅x - 1) ⋅(x - 2.0) + 25.0⋅(0.2⋅x - 1) ⋅(0.494665103663095⋅x - 0.98933020732619    ) + (x - 5.0)⋅(1.20853700350156⋅x - 6.04268501750778) - 9.50894080791708  disederhanakan:  5 4 3  - 0.00892801932101187⋅x + 0.169132784136416⋅x - 0.739335420478217⋅x - 0.431  2  826094198709⋅x + 4.23673452966051⋅x + 0.385280460691995  Plot fungsi:    Nilai Backward HDD pada x = 0:  0.385280460691995  === PLOT SEMUA (kecuali Metode Neville) ===    Apakah Anda ingin mengulang program? (y/n): n  Terima kasih telah menggunakan program. |
| --- |