

LAPORAN TUGAS KECIL
PENYELESAIAN *CRYPTARITHMETIC* DENGAN ALGORITMA *BRUTE
FORCE*
MENGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN *PYTHON 3*



DISUSUN OLEH
FARHAN NUR HIDAYAT DENIRA
NIM. 13519071

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

2021

Program Penyelesaian *Cryptarithmic* dengan Algoritma *Brute Force* yang telah saya buat ini menggunakan bahasa pemrograman Python 3, serta program tidak memiliki batasan jumlah operan.

1. Deskripsi Algoritma *Brute Force*

Hal yang pertama dilakukan oleh program adalah melakukan inisialisasi variabel 'awal1' untuk menghitung waktu total dan load dari file bernama 'soal.txt' ke dalam array 'Op', sehingga array ini berisi string operan dan jawaban. Soal pada file harus mengikuti format yang sesuai. Setelahnya, program membuat array 'huruf' yang berisi karakter dari string-string di array 'Op'. Array ini bersifat unik, yaitu tidak ada huruf yang sama di dalamnya. Setelahnya, program akan membuat sebuah objek bernama 'perm' yang berisi list semua permutasi yang mungkin dari angka 0-9 dengan panjang list sesuai panjang array 'huruf'. Misalkan array 'huruf' memiliki panjang 7, maka objek 'perm' merupakan semua permutasi angka 0 sampai 9 sebanyak 7 angka, salah satu contohnya adalah list [0,1,4,3,6,8,7]. Waktu untuk mencari semua permutasi yang mungkin adalah sekitar 29 detik pada laptop saya, tetapi waktu selalu beragam untuk setiap laptop dengan spesifikasi berbeda, bahkan kadang waktu juga berbeda pada laptop yang sama.

Setelah itu, program akan melakukan inisialisasi variabel 'jumlahtes' dengan nilai 0, yang akan selalu bertambah 1 setiap kali program melakukan *looping* dalam mencari permutasi yang tepat. Program juga menginisialisasi variabel 'awal2' yang merupakan waktu awal, dimana variabel ini digunakan untuk mencari waktu melakukan *brute force*. Program juga menginisialisasi boolean 'valid', yang akan bernilai *True* jika tidak ada array dengan huruf awalan bernilai 0, seperti yang tertulis pada spesifikasi tugas.

Kemudian, program akan masuk *loop*, yang mana akan selalu terulang sampai semua permutasi sudah dipakai. Saya memilih untuk tidak menghentikan program setelah menemukan sebuah permutasi yang tepat dikarenakan sebuah *cryptarithmic* bisa saja memiliki lebih dari satu permutasi yang memenuhi. Pada *loop*, permutasi saat itu akan dimasukkan ke variabel 'lst'.

Untuk mencari permutasi yang tepat, pertama program akan merubah semua *string* pada 'Op' menjadi *array of integer*, dimana *integer* di setiap indeks disesuaikan dengan permutasi pada list 'lst', lalu dimasukkan ke array 'numOp'. Fungsi yang digunakan dalam melakukan hal ini adalah fungsi 'string_to_arrnum'. Sebagai contoh, apabila permutasi saat itu adalah (1,2,3,4,5), list 'huruf' adalah (a,b,c,d,e), *string* pertama dari array 'Op' adalah "acd", maka akan dibuat array of integer 'arrnum' berisi (1,3,4).

Array of integer yang tadi telah didapat akan diubah menjadi *integer* murni oleh program menggunakan fungsi 'arrnum_to_num'. Misalkan *arrnum* bernilai [1,3,6] akan diubah menjadi *integer num* dengan nilai 136. Setelahnya, program akan mengecek apakah semua array tadi tidak ada yang elemen pertamanya bernilai 0, yang apabila terpenuhi maka boolean 'valid' akan bernilai *True* dan program akan berlanjut, jika tidak maka *looping* akan berlanjut ke permutasi selanjutnya. Program juga menambahkan nilai *integer* 'sum' dengan 'num'.

Langkah terakhir, apabila nilai dari *integer* 'sum' sama dengan dua kali nilai *integer* 'numj' yaitu nilai dari jawaban, maka program akan memberi keluaran persamaan penjumlahan menggunakan fungsi *print_array*, jumlah tes, keterangan 'Waktu' yang mengacu pada lama melakukan *brute force*, serta 'Waktu total' yang mengacu pada waktu eksekusi program. Apabila

semua permutasi sudah dicoba, maka program akan berhenti. 'sum' akan bernilai dua kali dari 'numj' karena pada loop sebelumnya, array 'Op' mengandung string jawaban sehingga nilai dari string jawaban juga ditambahkan ke 'sum'.

Jadi secara garis besar, pertama program membaca file, lalu membuat array berisi huruf unik dari semua string yang dibaca, mencari semua permutasi, menyamakan nilai array huruf dan permutasi sesuai indeks, mengecek kebenaran permutasi dengan cara merubah operan-operan menjadi integer dan menambahkan integer operan-operan tersebut. Program akan berhenti setelah semua permutasi dicoba, karena ada kemungkinan jawaban lebih dari satu.

2. Source Code Program

```
from time import time
```

- Permutasi

```
# PERMUTASI
def permutation(lst):
    # basis
    if len(lst) == 0:
        perm = []
    elif len(lst) == 1:
        perm = [lst]
    # rekurens
    else:
        perm = []
        # cari permutasi lst
        for i in range(len(lst)):
            tail = lst[:i] + lst[i + 1:]
            # permutasi dgn first elmt lst[i]
            for per in permutation(tail):
                perm.append([lst[i]] + per)
        return perm

# PERMUTASI DENGAN RANGE
def permrange(lst, r):
    take = len(lst) - r
    # cari faktorial
    fak = 1
    for i in range(1, take + 1):
        fak = fak * i
    # permutasi
    perm = permutation(lst)
    l = []
    for i in range(0, len(perm), fak):
        perm[i] = perm[i][:-take]
        l.append(perm[i])
    return l
```

- Read dari text file

```
# READ FROM FILE
def read():
    global Op

    file1 = open('soal.txt', 'r')
    Op = file1.readlines()

    if len(Op) < 4: # asumsi garis pembatas selalu ada
        print("Soal setidaknya memiliki 2 operan, garis pembatas, dan 1 jawaban, silahkan perbaiki.")
        return False

    # hapus \n
    for i in range(len(Op)):
        Op[i] = Op[i].strip()
        if Op[i] == '':
            print("Soal tidak boleh memiliki baris kosong, silahkan perbaiki.")
            return False

    # hapus elemen ----- di array
    Op.pop(len(Op) - 2)
    Op[len(Op) - 2] = Op[len(Op) - 2].replace('+', '')

    return True
```

- Merubah string menjadi integer

```
# string jadi arr of int, misal 'ab' jadi [1,2]
def string_to_arrnum(op, huruf_unik, solusi):
    arr = [-1 for i in range(len(op))]
    for i in range(len(huruf_unik)):
        for j in range(len(op)):
            if op[j] == huruf_unik[i]:
                arr[j] = solusi[i]
    return arr

# ubah array nomor jadi angka, misal [1,2] jadi 12
def arrnum_to_num(arr):
    if arr == []:
        return 0
    num = 0
    for i in range(len(arr)):
        pangkat = (len(arr) - (i + 1))
        num += arr[i] * (10 ** pangkat)
    return num
```

- Menampilkan keluaran dalam bentuk persamaan

```
# PRINT PERSAMAAN
def print_persamaan(ophuruf, opangka):
    jarak = len(max(ophuruf, key=len))

    # print operan
    for i in range(len(ophuruf) - 1):
        # print spasi
        print(" " * 2 * (jarak - len(ophuruf[i])), end='')
        # print per huruf
        for j in ophuruf[i]:
            print(j, end=' ')
        print(' ', end='')

    # print spasi
    print(" " * 2 * (jarak - len(ophuruf[i])), end='')
    # print per angka
    for j in opangka[i]:
        print(j, end=' ')
    print()

    # print garis pembatas
    print("+ " + "-" * (jarak - 1), end=' ')
    print("+ " + "-" * (jarak - 1))

    # print jawaban
    # print spasi
    print(" " * 2 * (jarak - len(ophuruf[-1])), end='')
    # print per huruf
    for j in ophuruf[-1]:
        print(j, end=' ')
    print(' ', end='')

    # print spasi
    print(" " * 2 * (jarak - len(ophuruf[-1])), end='')
    # print per angka
    for j in opangka[-1]:
        print(j, end=' ')
    print()
```

- Program Utama

```
def main():
    awal1 = time()
    if not read():
        return
    print("Mencari solusi, silahkan tunggu...\n")
    # membuat array unik berisi huruf-huruf dari semua operator dan jawaban
    huruf = []
    for string in Op:
        for letter in string:
            if not letter in huruf:
                huruf.append(letter)

    # membuat permutasi angka 0-9 dengan range panjang array huruf

    perm = permrange([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], len(huruf))

    # Menginisialisasi jumlahtes dan waktu awal
    jumlahtes = 0
    awal2 = time()

    # mengecek satu-persatu list permutasi
    for lst in list(perm):
        valid = True
        jumlahtes += 1
        sum = 0
        numOp = []
        # ubah jadi array int
        for string in Op:
            arrnum = string_to_arrnum(string, huruf, lst)
            numOp.append(arrnum)
            # huruf pertama operator tidak boleh bernilai 0
            if arrnum[0] != 0:
                num = arrnum_to_num(arrnum)
                sum += num
            else:
                valid = False
                break
```

```
if valid:
    # mengecek num dari jawaban
    arrj = string_to_arrnum(Op[-1], huruf, lst)
    numj = arrnum_to_num(arrj)

    # mengecek apakah sesuai soal
    if sum == 2 * numj:
        print_persamaan(Op, numOp)
        print()
        akhir = time()
        print("\nJumlah tes :", jumlahtes)
        print("Waktu :", (akhir - awal2), "detik")
        print()
        print("Waktu Total:", (akhir - awal1), "detik")
        print()

print("Finished")

main()
```

3. Screenshot input dan output

- contoh 1

```
  t h r e e      8 4 6 1 1
  t h r e e      8 4 6 1 1
    t w o        8 0 3
    t w o        8 0 3
    o n e        3 9 1
+ - - - -      + - - - -
e l e v e n    1 7 1 2 1 9

Jumlah tes : 3090287
Waktu : 255.46837973594666 detik
Waktu Total: 284.8680185317993 detik
```

- contoh 2

```
    9 1 5 4 2      t i l e s
  3 0 7 7 5 4 2    p u z z l e s
+ - - - -      + - - - -
  3 1 6 9 0 8 4    p i c t u r e

Jumlah tes : 3328707
Waktu : 203.2240104675293 detik
Waktu Total: 231.5680185317993 detik
```

- contoh 3

```
    9 0 8 9 2      c l o c k
    6 5 9 2        t i c k
    6 8 9 2        t o c k
+ - - - -      + - - - -
  1 0 4 3 7 6    p l a n e t

Jumlah tes : 3302475
Waktu : 197.59867429733276 detik
Waktu Total: 226.13765347998 detik
```


- contoh 4

```

2 9 7 8 6      f o r t y
   8 5 0        t e n
   8 5 0        t e n
+ - - - -      + - - - -
3 1 4 8 6      s i x t y

Jumlah tes : 1083579
Waktu : 56.67174553871155 detik

Waktu Total: 84.82496181979931 detik

```

- contoh 5

```

   8 7          n o
  9 0 8        g u n
   8 7          n o
+ - - -        + - - -
1 0 8 2        h u n t

Jumlah tes : 134191
Waktu : 4.388931512832642 detik

Waktu Total: 33.629898531793 detik

```

- contoh 6

```

   8 4 8 5      m e m o
   7 3 5 8      f r o m
+ - - - -      + - - - -
1 5 8 4 3      h o m e r

Jumlah tes : 128687
Waktu : 4.693318843841553 detik

Waktu Total: 33.84895656778 detik

```

- contoh 7

```

      9 4 5 4      h e r e
      8 9 4      s h e
+ - - - - + - - - -
1 0 3 4 8      c o m e s

Jumlah tes : 575302
Waktu : 22.498474597930908 detik

Waktu Total: 51.31468410544 detik

```

- contoh 8

```

      8 1 8 6      c o c a
      8 1 0 6      c o l a
+ - - - - + - - - -
1 6 2 9 2      o a s i s

Jumlah tes : 123695
Waktu : 4.479819059371948 detik

Waktu Total: 33.51244431 detik

```

- contoh 9

```

      9 6 2 3 3      c r o s s
      6 2 5 1 3      r o a d s
+ - - - - - + - - - - -
1 5 8 7 4 6      d a n g e r

Jumlah tes : 3519768
Waktu : 168.58429169654846 detik

Waktu Total: 197.770898544 detik

```

- contoh 10

```

7 9 8 0 6 4      d o u b l e
7 9 8 0 6 4      d o u b l e
    1 9 3 6      t o i l
+ - - - - -      + - - - - -
1 5 9 8 0 6 4    t r o u b l e

Jumlah tes : 2898676
Waktu : 190.32725477218628 detik

Waktu Total: 219.77093965 detik

```

- contoh 11

```

2 0 1 6 8 9      n u m b e r
2 0 1 6 8 9      n u m b e r
+ - - - - -      + - - - - -
4 0 3 3 7 8      p u z z l e

Jumlah tes : 728504
Waktu : 35.58997654914856 detik

Waktu Total: 64.7691885421 detik

```

4. Link Source code

Laporan serta source code dapat dilihat pada link berikut :

Google Drive K2:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1y7u0LIiha5tV8R6sr9vOnMFQqVzRVUf2>

Google Drive Pribadi:

<https://drive.google.com/drive/folders/1FIq9VQNcOpZA8oiLxRVZmeplqmOLqQLX?usp=sharing>

Github :

<https://github.com/ahandnr/CryptarithmicSolver>

Poin	Ya	Tidak
1. Program berhasil dikompilasi tanpa kesalahan (no syntax error)	✓	
2. Program berhasil <i>running</i>	✓	
3. Program dapat membaca file masukan dan menuliskan luaran.	✓	
4. Solusi <i>cryptarithmic</i> hanya benar untuk persoalan <i>cryptarithmic</i> dengan dua buah <i>operand</i> .		✓
5. Solusi <i>cryptarithmic</i> benar untuk persoalan <i>cryptarithmic</i> untuk lebih dari dua buah <i>operand</i> .	✓	

Sekian dan Terima Kasih.