

LAPORAN TUGAS KECIL II
IF2211 STRATEGI ALGORITMA

**Mencari Pasangan Titik Terdekat 3D dengan Algoritma Divide
and Conquer**



Disusun oleh

Akmal Mahardika Nurwahyu Pratama 13521070

SEMESTER IV TAHUN 2022/2023
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

BAB I

ALGORITME DEVIDE AND CONQUER

Algoritme *divide and conquer* adalah algoritme yang pemograman yang didasarkan pada rekrusif multi-cabang. berdasarkan bahasanya, *divide* artinya membagi dan *conquer* artinya mengatasi. Algoritma ini memiliki langkah :

1. **Divide**
Membagi masalah menjadi beberapa upa-masalah yang memiliki kemiripan dengan masalah semula namun berukuran lebih kecil (idealnya berukuran hampir sama).
2. **Conquer**
Memecahkan (menyelesaikan) masing-masing upa-masalah (secara rekursif).
3. **Combine**
Menggabungkan solusi masing-masing masalah sehingga membentuk solusi masalah semula.

Adapun contoh persoalan yang dapat diselesaikan dengan algoritme *divide and conquer* :

1. Persoalan MinMaks (mencari nilai minimum dan nilai maksimum)
2. Menghitung perpangkatan
3. Persoalan pengurutan (sorting) – Mergesort dan Quicksort
4. Mencari sepasang titik terdekat (closest pair problem)
5. Convex Hull
6. Perkalian matriks
7. Perkalian bilangan bulat besar
8. Perkalian dua buah polinom

Pada Tupil 2, mahasiswa diminta mengembangkan algoritma mencari sepasang titik terdekat pada bidang 3D. Misalkan terdapat n buah titik pada ruang 3D. Setiap titik P di dalam ruang dinyatakan dengan koordinat $P = (x, y, z)$. Carilah sepasang titik yang mempunyai jarak terdekat satu sama lain. Jarak dua buah titik $P_1 = (x_1, y_1, z_1)$ dan $P_2 = (x_2, y_2, z_2)$ dihitung dengan rumus Euclidean berikut:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

BAB II

SOURCE PROGRAM

Program dibuat dengan menggunakan bahasa python dengan menggunakan *library*

- time
- matplotlib
- numpy
- random
- math

Dengan menggunakan fungsi / prosedur:

File tools.py	
randomizeDot(n, dimension)	Membuat array of Titik dengan ukuran n x n. Array 2D diisi dengan nilai random. Nilai elemen dalam array 2d mungkin ada yang sama
randomizeDot2(n, dimension)	same as randomizeDot but using for loop
isCloser(dot1, dot2, close_dis)	True jika jarak $\text{abs}(\text{dot1}[i] - \text{dot2}[i]) < \text{close_dis}^{**2}$ untuk $i \in 0..\text{len}(\text{dot1})$
deanDistance(dot1, dot2)	Menghitung Eucledian Distance antara 2 titik, n Dimensi
mergeSort(arr_dot)	Melakukan merge sort sebuah array of titik berdasarkan nilai x1
File DnCTitik.py	
devidenConquer(arr_dot, nCal)	Mencari jarak terdekat antara 2 titik dengan devide and conquer jarak dicari dari array of titik
baseCaseDNC(arr_dot, nCal)	Basecase dari devidenConquer, Mencari jarak terdekat antara 2 titik dari array 3 atau 2 titik
closestPairStrip(left_arr, right_arr, close_dis, close_dots, mid, nCal)	Mencari Jarak titik terdekat antara 2 titik yang dibatasi garis khayalan berdasarkan divide and conquer
stripClose(l_arr, r_arr, mid, close_dis)	Mencari titik terdekat antara 2 titik yang dibatasi garis khayalan berdasarkan divide and conquer
File ioApp.py	
inputHandle()	Memanggil fungsi/prosedur <i>input</i>
inputNandDimension()	Menangani input dari pengguna berupa dimensi dan banyak titik
outputHandle(min_distance, min_dots, nCal, time)	Mencetak hasil perhitungan program
printTitik(arr_dot)	mencetak pasangan titik dalam bentuk (x1, y1,...) dan (x2, y2,...)
StartScreen()	Spalsh dari Startscreen
BoxOpenScreen(name)	Box pembatas (buka)
BoxCloseScreen(name)	Box pembatas (tutup)
File bruteforce.py	
bruteforceDots(arr_dot)	Mencari pasangan titik terdekat dengan algoritma brute force
File visualizer.py	
visualize(arr_dots, min_dots)	Visualisasi array of titik
OneDPlot(arr_dots, min_dots)	Plotting 1D array of Titik
TwoDPlot(arr_dots, min_dots)	Plotting 2D array of Titik

ThreeDPlot(arr_dots, min_dots)	Plotting 3D array of Titik
connectDots(arr_dots, dim)	Menghubungkan pasangan titik yang ada di dalam array

Adapun file lain berisi atribut-atribut yang melengkapi program, beberapa diantaranya

- File constant.py

```
# declare constant
MAX RAND = 500
MIN RAND = -500
```

- File designCli.py

```
# Text Colour

Black = "\u001b[0;30m"
Red = "\u001b[0;31m"
Green = "\u001b[0;32m"
Yellow = "\u001b[0;33m"
Blue = "\u001b[0;34m"
Magenta = "\u001b[0;35m"
Cyan = "\u001b[0;36m"
White = "\u001b[0;37m"
Reset = "\u001b[0;00m"

B_Black = "\u001b[30;1m"
B_Red = "\u001b[31;1m"
B_Green = "\u001b[32;1m"
B_Yellow = "\u001b[33;1m"
B_Blue = "\u001b[34;1m"
B_Magenta = "\u001b[35;1m"
B_Cyan = "\u001b[36;1m"
B_White = "\u001b[37;1m"
Reset = "\u001b[0m"

# bg colour
Bg_Black = "\u001b[40m"
Bg_Red = "\u001b[41m"
Bg_Green = "\u001b[42m"
Bg_Yellow = "\u001b[43m"
Bg_Blue = "\u001b[44m"
Bg_Magenta = "\u001b[45m"
Bg_Cyan = "\u001b[46m"
Bg_White = "\u001b[47m"

# Text Style
Bold = "\u001b[1m"
Underline = "\u001b[4m"
Reversed = "\u001b[7m"
```

File -file diatas membentuk main program sebagai berikut (main.py)

```
# File : main.py
# Application to find nearest 2 point from n point in 3D space and calculate
distance between them

import time
import bruteforce as bf
import tools as tl
import DnCTitik as DnC
import ioApp as io
import visualizer as vis

if __name__ == "__main__":
    io.StartScreen()

    n, dimension = io.inputHandle()
    arr_dots = tl.randomizeDot2(n, dimension)

    tl.mergeSort(arr_dots)

    dnc_nCal = 0
    dnc_timeS = time.time()
    dnc_min_dis, dnc_min_dots, dnc_nCal = DnC.devidenConquer(arr_dots,
dnc_nCal)
    dnc_timeE = time.time()

    io.BoxOpenScreen("Devide and Conquer")
    io.outputHandle(dnc_min_dis, dnc_min_dots, dnc_nCal, (dnc_timeE -
dnc_timeS)*1000)
    io.BoxCloseScreen("Devide and Conquer")
    vis.visualize(arr_dots, dnc_min_dots)

    bf_nCal = 0
    bf_timeS = time.time()
    bf_min_dis, bf_min_dots, bf_nCal = bf.bruteforceDots(arr_dots)
    bf_timeE = time.time()

    io.BoxOpenScreen("Brute Force")
    io.outputHandle(bf_min_dis, bf_min_dots, bf_nCal, (bf_timeE -
bf_timeS)*1000)
    io.BoxCloseScreen("Brute Force")
    vis.visualize(arr_dots, bf_min_dots)
```

BAB III

TEST PROGRAM

Input program terdiri dari 2 yaitu, jumlah titik (n) dan dimensi titik (d). Berikut merupakan beberapa test program yang dilakukan, test program dilakukan pada prosesor Intel i7-11567G dengan 8 GB Memori :

1. Test input keyboard benar untuk $n = 10$ dan $d = 1$

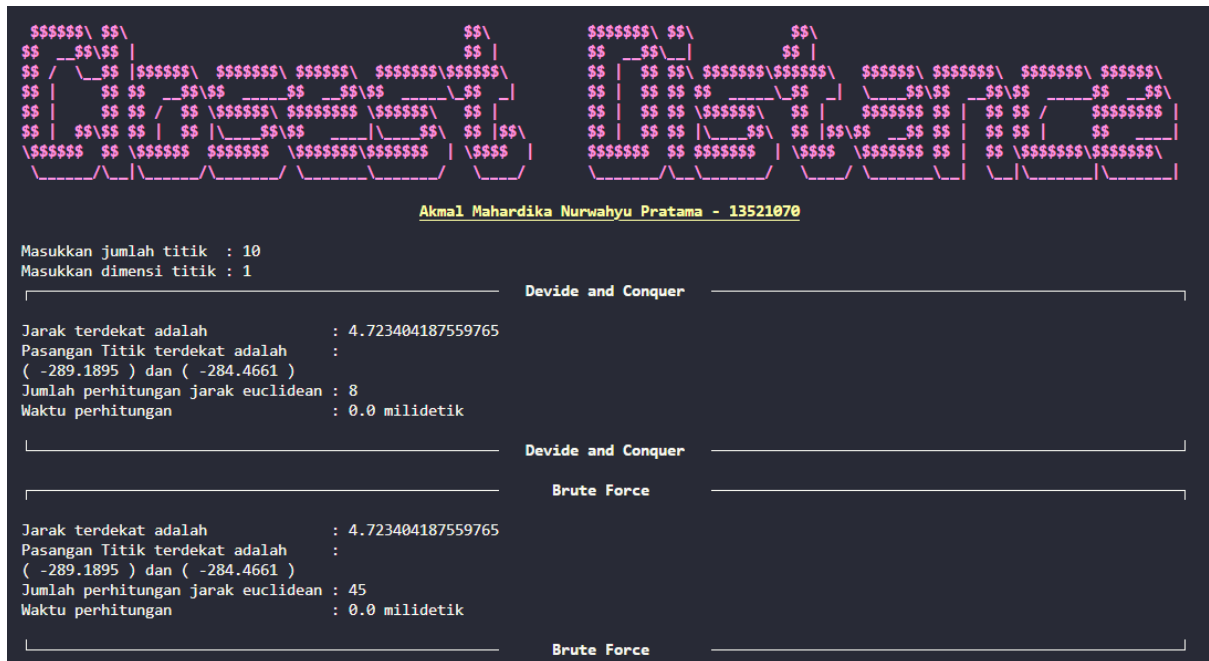
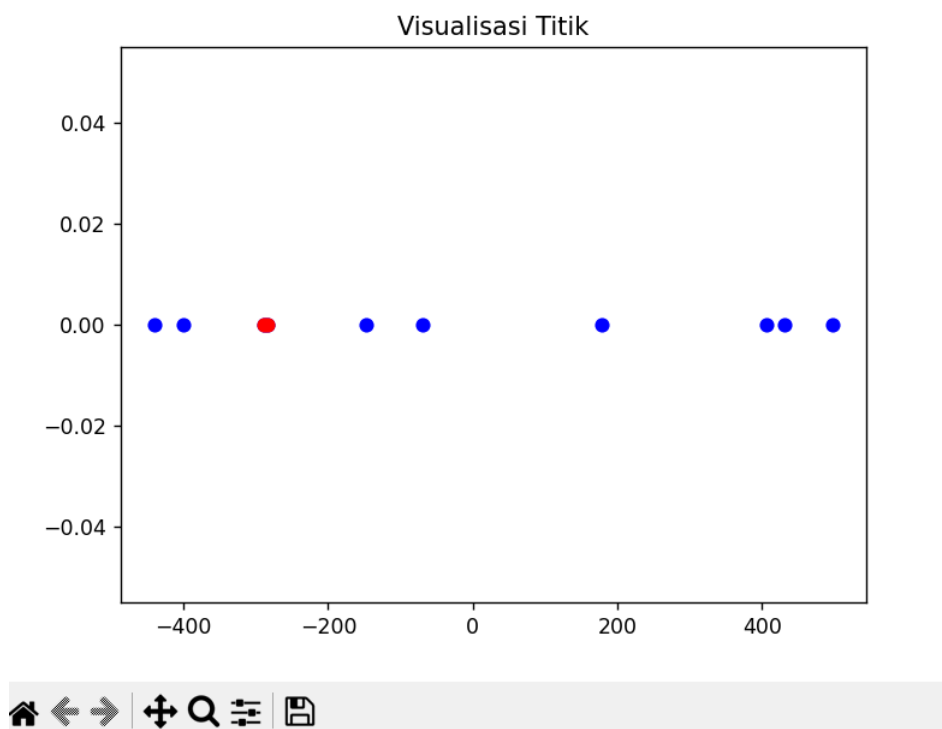


Figure 1



- ```

$$$$$$\ $$\ $$\ $$$\
$$ _$$\$$ | $$\ $$$\
$$ / _$$ $$$$$$\\ $$$$$$\\ $$$$$$\\ $$$$$$\\ $$$$$$\\ $$$$$$\\
$$ | $$ $$ _$$\$$ _$$$ _$$\$$ _$$$ _$$$ _$$$ _$$$ _$$$ _$$$
$$ | $$ $$ / $$ \$$$$$\\ $$$$$$\\ $$$$$$\\ $$ | $$ _$$$ _$$$
$$ | $$\$$ $$_$ | $$ _$$\$$ _$$$ _$$$ _$$$ _$$$ _$$$ _$$$
\$$$$$\\ $$ \$$$$$\\ $$$$$$\\ \$$$$$\\ \$$$$$\\ \$$$$$\\ \$$$$$\\
_____/_$/_____/_____/_____/_____/_____/_____/_____/_____/_____

Akmal Mahardika Nurwahyu Pratama - 13521070

Masukkan jumlah titik : 5000
Masukkan dimensi titik : 1

Devide and Conquer

Jarak terdekat adalah : 0.0001721889706800539
Pasangan Titik terdekat adalah :
(-352.1482) dan (-352.1480)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 4168
Waktu perhitungan : 77.23450660705566 milidetik

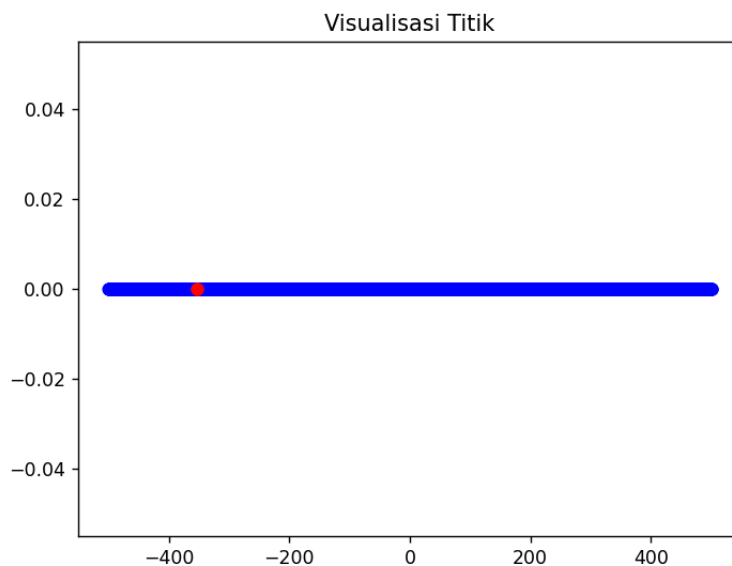
Devide and Conquer

Brute Force

Jarak terdekat adalah : 0.0001721889706800539
Pasangan Titik terdekat adalah :
(-352.1482) dan (-352.1480)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 12497500
Waktu perhitungan : 23305.5682182312 milidetik

Brute Force

```



3. Test input keyboard benar untuk  $n = 20$  dan  $d = 2$

```

Masukkan jumlah titik : 20
Masukkan dimensi titik : 2

Devide and Conquer

Jarak terdekat adalah : 68.96562589955319
Pasangan Titik terdekat adalah : (-85.7988, 421.8844) dan (-84.7446, 352.9268)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 19
Waktu perhitungan : 0.0 milidetik

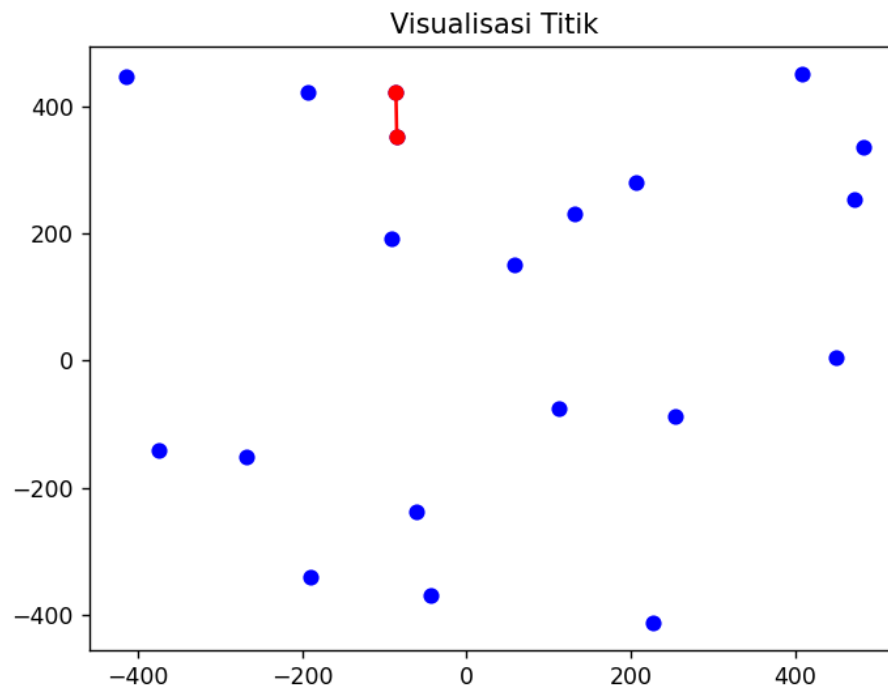
Devide and Conquer

Brute Force

Jarak terdekat adalah : 68.96562589955319
Pasangan Titik terdekat adalah : (-85.7988, 421.8844) dan (-84.7446, 352.9268)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 190
Waktu perhitungan : 0.0 milidetik

Brute Force

```



#### 4. Testinput keyboard untuk $n = 5000$ dan $d = 5$

```

Masukkan jumlah titik : 5000
Masukkan dimensi titik : 2

Devide and Conquer

Jarak terdekat adalah : 0.13114688554016798
Pasangan Titik terdekat adalah : (267.1248, 128.5897) dan (267.1485, 128.7187)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 5324
Waktu perhitungan : 75.11663436889648 milidetik

Devide and Conquer

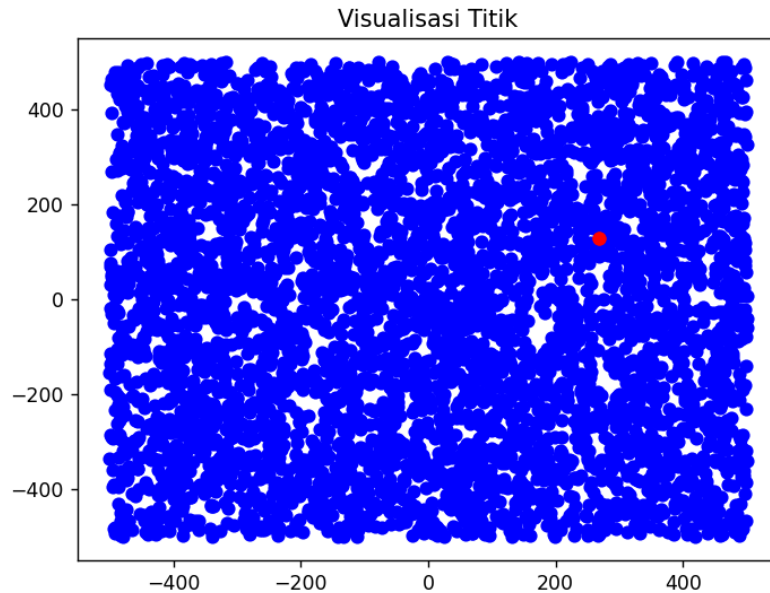
Brute Force

Jarak terdekat adalah : 0.13114688554016798
Pasangan Titik terdekat adalah : (267.1248, 128.5897) dan (267.1485, 128.7187)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 12497500
Waktu perhitungan : 18548.004150390625 milidetik

Brute Force

```





### 5. Test handling Input (Input Salah)

```

$$$$$$\ $$\
$$ _$$\$$ |
$$ / _$$ |$$$$$$\ $$$$$$$\ $$$$$$$\ $$$$$$$\
$$ | $$ $$ _$$\$$ _$$\$$ _$$\$$ _$$\$$
$$ | $$ $$ / $$ \$$$$$$\ $$$$$$$\ \$$$$$$\ $$ |
$$ | $$$ $ $ | $$ _$$\$$ _$$\$$ _$$\$$ |$$$
\$$$$$$ $ $ \$$$$$$ $$$$$$$\ \$$$$$$\ \$$$$$

Akmal Mahardika Nurwahyu Pratama - 13521070

Masukkan jumlah titik : bukanangka
Input harus berupa angka!
Masukkan jumlah titik : 1
Jumlah titik minimal 2!
Masukkan jumlah titik : 2
Masukkan dimensi titik : 0
Dimensi 0 tidak terdefinisi! dimensi minimal 1!
Masukkan dimensi titik : -99
Dimensi -99 tidak terdefinisi! dimensi minimal 1!
Masukkan dimensi titik :

```

### 6. Test keyboard untuk n = 30 dan d = 3

```

Akmal Mahardika Nurwahyu Pratama - 13521070

Masukkan jumlah titik : 20
Masukkan dimensi titik : 3

Devide and Conquer

Jarak terdekat adalah : 94.37309738875257
Pasangan Titik terdekat adalah : (226.8967, 454.9826, 61.5220) dan (288.3668, 459.1142, -9.9667)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 26
Waktu perhitungan : 0.0 milidetik

Devide and Conquer

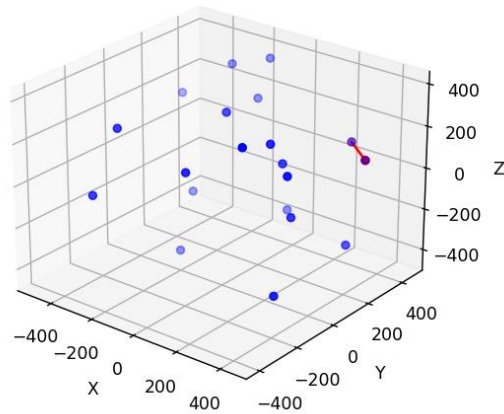
Brute Force

Jarak terdekat adalah : 94.37309738875257
Pasangan Titik terdekat adalah : (226.8967, 454.9826, 61.5220) dan (288.3668, 459.1142, -9.9667)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 190
Waktu perhitungan : 0.9973049163818359 milidetik

Brute Force

```

## Visualisasi Titik



## 7. Test keyboard input untuk n = 1000 dan d = 100

```
Masukkan jumlah titik : 1000
Masukkan dimensi titik : 100

Devide and Conquer

Jarak terdekat adalah : 2909.5013809352736
Pasangan Titik terdekat adalah : (-299.3448, 110.6538, 197.0426, 424.0738, -310.2974, -32.6279, 93.5863, 90.5870, 28.4337, -378.1910, 19.4055, -290.0380, 91.8593, 143.5059, 240.4608, 460.4380, -305.9705, -299.3087, -115.5780, 170.3118, 353.5914, -179.1281, -284.9746, -7.7677, -348.7453, 431.4592, 212.6951, -330.8593, 117.2845, 477.2311, 256.3297, -395.4644, -264.9291, 62.6596, 241.1273, -206.5534, -57.1343, 415.5927, -105.4133, -9.8883, 148.7807, 161.6071, -189.9152, 360.3625, 475.9676, -181.4605, -54.9781, -119.4039, -278.2972, -305.1496, -51.6692, 70.7435, -192.4949, 181.5282, -213.0056, 91.6586, 158.2858, -463.8017, -138.3492, -231.6521, 177.0169, -205.3197, 75.9113, 221.4614, -235.5508, -72.0798, 279.6003, -406.0560, -228.5198, -275.3897, -162.5826, 167.4489, 5.8776, -73.2718, 294.1622, -255.8860, 234.8880, 217.8238, 487.9418, -435.2368, -67.6228, -165.0143, 2.3753, -294.9174, -74.5681, 268.8205, -23.2943, -138.1939, 283.6765, 257.7490, -329.5892, 431.4791, 162.0309, -338.4638, -39.3838, 428.4461, -290.2031, 99.8071, 137.2264, -210.1854) dan (267.3309, 415.3610, -333.6762, 348.9222, -430.4051, 145.7801, 160.1304, 390.0780, -218.7545, -453.9003, -295.5720, -363.9192, -353.3594, 424.7617, 41.2737, 330.8456, -274.3943, -97.2030, -53.2244, -3.5910, -176.0931, -145.9405, -71.2458, 141.3199, -87.0676, 455.3952, 67.3789, -133.7840, -218.5406, 177.6837, 396.9765, 115.3862, -228.9921, 389.7302, 350.2106, 57.3985, 42.5675, 106.0705, -131.1767, 196.8619, 290.9114, 23.2164, 255.6031, -231.0527, -77.7600, 208.5800, -162.0832, -44.3847, -467.5966, -36.9993, 178.6410, 76.4368, -174.7693, -304.6694, 92.2676, -344.0139, -344.7791, 212.7840, 44.5852, 53.5315, 129.5544, -439.9246, 148.8307, 116.3862, -110.5157, -126.1283, 243.7153, -435.0509, -4.9601, 16.9898, -236.5191, 264.2480, -69.9226, -480.2398, 102.6885, -90.9152, -129.0133, 153.6674, 369.1546, 479.6153, -323.0488, -439.8728, -423.5458, -177.3536, 389.9437, 437.7489, -374.9183, -113.7824, -461.3961, 280.1339, -388.6176, 250.5616, 147.3186, -179.5858, -11.6027, 37.2238, -355.2280, -120.3907, -156.0329, 119.4335)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 499500
Waktu perhitungan : 72907.78374671936 milidetik

Devide and Conquer

Tidak dapat melakukan visualisasi
```

```
Brute Force

Jarak terdekat adalah : 2909.5013809352736
Pasangan Titik terdekat adalah : (-299.3448, 110.6538, 197.0426, 424.0738, -310.2974, -32.6279, 93.5863, 90.5870, 28.4337, -378.1910, 19.4055, -290.0380, 91.8593, 143.5059, 240.4608, 460.4380, -305.9705, -299.3087, -115.5780, 170.3118, 353.5914, -179.1281, -284.9746, -7.7677, -348.7453, 431.4592, 212.6951, -330.8593, 117.2845, 477.2311, 256.3297, -395.4644, -264.9291, 62.6596, 241.1273, -206.5534, -57.1343, 415.5927, -105.4133, -9.8883, 148.7807, 161.6071, -189.9152, 360.3625, 475.9676, -181.4605, -54.9781, -119.4039, -278.2972, -305.1496, -51.6692, 70.7435, -192.4949, 181.5282, -213.0056, 91.6586, 158.2858, -463.8017, -138.3492, -231.6521, 177.0169, -205.3197, 75.9113, 221.4614, -235.5508, -72.0798, 279.6003, -406.0560, -228.5198, -275.3897, -162.5826, 167.4489, 5.8776, -73.2718, 294.1622, -255.8860, 234.8880, 217.8238, 487.9418, -435.2368, -67.6228, -165.0143, 2.3753, -294.9174, -74.5681, 268.8205, -23.2943, -138.1939, 283.6765, 257.7490, -329.5892, 431.4791, 162.0309, -338.4638, -39.3838, 428.4461, -290.2031, 99.8071, 137.2264, -210.1854) dan (267.3309, 415.3610, -333.6762, 348.9222, -430.4051, 145.7801, 160.1304, 390.0780, -218.7545, -453.9003, -295.5720, -363.9192, -353.3594, 424.7617, 41.2737, 330.8456, -274.3943, -97.2030, -53.2244, -3.5910, -176.0931, -145.9405, -71.2458, 141.3199, -87.0676, 455.3952, 67.3789, -133.7840, -218.5406, 177.6837, 396.9765, 115.3862, -228.9921, 389.7302, 350.2106, 57.3985, 42.5675, 106.0705, -131.1767, 196.8619, 290.9114, 23.2164, 255.6031, -231.0527, -77.7600, 208.5800, -162.0832, -44.3847, -467.5966, -36.9993, 178.6410, 76.4368, -174.7693, -304.6694, 92.2676, -344.0139, -344.7791, 212.7840, 44.5852, 53.5315, 129.5544, -439.9246, 148.8307, 116.3862, -110.5157, -126.1283, 243.7153, -435.0509, -4.9601, 16.9898, -236.5191, 264.2480, -69.9226, -480.2398, 102.6885, -90.9152, -129.0133, 153.6674, 369.1546, 479.6153, -323.0488, -439.8728, -423.5458, -177.3536, 389.9437, 437.7489, -374.9183, -113.7824, -461.3961, 280.1339, -388.6176, 250.5616, 147.3186, -179.5858, -11.6027, 37.2238, -355.2280, -120.3907, -156.0329, 119.4335)
Jumlah perhitungan jarak euclidean : 499500
Waktu perhitungan : 22523.619413375854 milidetik

Brute Force

Tidak dapat melakukan visualisasi
```

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Saat membuat program penulis menyadari beberapa hal dari algoritma divide and conquer untuk perhitungan jarak 2 titik terdekat, yaitu :

1. Algoritme tidak selalu efektif, jika setelah membagi terdapat banyak titik yang dekat dengan 'garis khayalan' akan memerlukan brute force yang lama.
2. Tidak dapat dipungkiri bahwa algoritme ini tetap memerlukan brute force ketika terjadi kejadian seperti poin 1.

## LAMPIRAN

| Poin                                                      | Ya | Tidak |
|-----------------------------------------------------------|----|-------|
| Program berhasil dikompilasi tanpa ada kesalahan.         | ✓  |       |
| Program berhasil running                                  | ✓  |       |
| Program dapat menerima masukan dan dan menuliskan luaran. | ✓  |       |
| Luaran program sudah benar (solusi closest pair benar)    | ✓  |       |
| Bonus 1 dikerjakan                                        | ✓  |       |
| Bonus 2 dikerjakan                                        | ✓  |       |

Repository Github

[https://github.com/akmaldika/Tucil2\\_13521070.git](https://github.com/akmaldika/Tucil2_13521070.git)