

Penentuan Himpunan Titik Interpolasi Garis Kontur dengan Pendekatan *Divide and Conquer*

Dion Saputra / 13516045
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
dionsaputra666@gmail.com

Abstract—Informasi tentang level ketinggian suatu tempat merupakan informasi yang dibutuhkan dalam berbagai hal seperti perencanaan pembangunan, pertanian, riset kebumihant, dan lain sebagainya. Representasi informasi level ketinggian ini disajikan dalam metode kontur yang sampai saat ini dianggap sebagai metode yang paling akurat dan umum untuk digunakan. Namun, untuk menggambarkan peta kontur tidaklah semudah yang dibayangkan. Peta kontur harus digambar dengan mengikuti aturan penggambaran yang baku dan perhitungan aproksimasi yang cukup rumit. Hal ini menjadi semakin rumit jika data yang ingin digambarkan berukuran besar. Oleh sebab itu, dalam makalah ini penulis ingin menawarkan solusi untuk masalah ini dengan menggunakan pendekatan *divide and conquer*.

Keywords—informasi ketinggian; peta kontur; interpolasi linear; *divide and conquer*;

I. PENDAHULUAN

Peta merupakan salah satu sarana dalam menyampaikan informasi pada manusia, terutama informasi yang berkaitan dengan besaran fisis yang bermanfaat untuk berbagai macam keperluan. Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, petapun mengalami perkembangan, baik dalam hal konten yang dipetakan, teknik proyeksi peta, metode penggambaran peta, serta medium yang digunakan untuk menampilkan peta tersebut.

Peta umumnya berkaitan dengan kondisi *real* dari penampakan yang ada di permukaan bumi, baik itu penampakan alam maupun penampakan buatan. Peta yang menampilkan informasi tersebut biasanya disebut sebagai peta topografi. Salah satu peta topografi adalah peta kontur yang memetakan kondisi level ketinggian suatu tempat. Merepresentasikan kondisi level ketinggian suatu tempat ini telah menjadi hal yang sulit dalam bidang pemetaan. Sampai saat ini metode kontur dianggap sebagai metode yang paling akurat dan umum untuk digunakan dalam memetakan kondisi ketinggian.

Peta kontur digambarkan dari titik-titik sampel yang telah diukur di lapangan. Untuk menggambarannya di bidang, dapat digunakan metode aproksimasi numerik untuk menentukan posisi dari titik-titik yang akan dipilih untuk dilalui oleh garis kontur yang digambarkan. Namun, bukan pekerjaan mudah untuk menentukan titik-titik tersebut secara manual terlebih jika dihadapkan pada jumlah titik sampel yang sangat banyak.

Berangkat dari masalah tersebut, penulis ingin melakukan pendekatan penyelesaian masalah menggunakan salah satu teknik dalam strategi algoritma. Pendekatan yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah ini adalah metode

divide and conquer. Dengan pendekatan algoritma ini, diharapkan diperoleh luaran berupa himpunan titik-titik interpolasi dari garis kontur yang ingin digambar. Algoritma ini akan diuji dengan data uji dari peta kontur yang sudah tersedia untuk memeriksa kebenaran dari luaran algoritma yang dihasilkan.

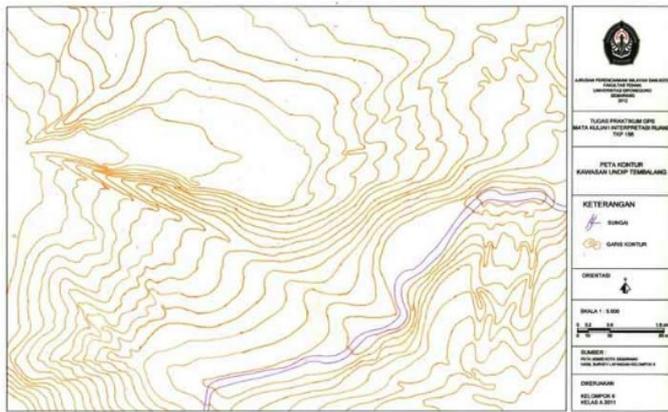
II. DASAR TEORI

A. Peta Kontur

Peta kontur merupakan salah satu jenis dari peta topografi. Sebagai sebuah bagian dari peta topografi, ada baiknya kita mengetahui pengertian peta topografi terlebih dahulu. Secara sederhana, peta topografi dapat dilihat sebagai representasi dua dimensi dari keadaan *real* di bumi. Keadaan ini dapat berupa informasi tentang gunung dan lembah, sungai dan anak sungai, garis pantai, tipe dan jenis vegetasi, serta beragam penampakan alam buatan manusia seperti jalan, kereta api, dan perkotaan. Informasi ini dipetakan agar manusia dapat memanfaatkannya untuk mengenal daerah yang belum pernah dikunjungi, merencanakan pembangunan, merencanakan penggunaan lahan pertanian, riset tentang distribusi flora dan fauna, dan lain sebagainya [3].

Dalam sejarah pembuatan peta, salah satu informasi yang sangat sulit untuk direpresentasikan secara akurat dalam peta di bidang dua dimensi yaitu informasi mengenai level ketinggian suatu tempat. Terdapat beberapa metode yang sempat digunakan untuk merepresentasikan level ketinggian ini, misalnya metode *shading* dan *hachuring*. Namun, hingga saat ini metode garis kontur dianggap sebagai metode yang paling akurat dan umum untuk digunakan dalam pemetaan level ketinggian. [3]

Metode garis kontur memetakan keadaan level ketinggian suatu tempat dengan menghubungkan titik-titik yang memiliki level ketinggian yang sama. Umumnya terdapat beberapa garis yang digambarkan dengan interval konstan dari ketinggian yang dipetakan tiap garis. Peta dua dimensi yang dihasilkan dengan menggambarkan garis-garis kontur ini biasanya disebut sebagai peta kontur. Dengan adanya peta kontur ini selain level ketinggian suatu tempat, level kemiringan juga dapat dengan mudah diinterpretasi. Misalnya, dengan melihat suatu tempat memiliki garis kontur yang rapat dibandingkan dengan tempat lain, maka dapat disimpulkan bahwa tempat tersebut memiliki tingkat kemiringan lebih tinggi.



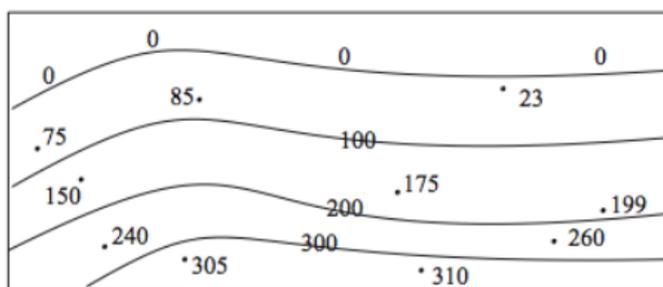
Gambar 1: Peta Kontur [4]

B. Penggambaran Peta Kontur

Dalam menggambar peta kontur terdapat banyak aturan yang perlu diperhatikan sebelum menggambar. Di antara aturan-aturan tersebut terdapat beberapa aturan yang fundamental, yaitu:

1. Garis kontur tidak pernah berpotongan. Jika suatu garis berpotongan, hal ini berarti bahwa pada titik tempat perpotongan dua garis kontur itu memiliki dua nilai ketinggian.
2. Garis kontur tidak boleh dibagi atau bercabang. Garis kontur selalu kontinu. Bisa keluar dari bidang peta yang digambarkan atau membentuk *loop* tertutup dalam bidang peta.
3. Pada sebagian besar peta kontur saat ini, setiap 5 garis diberi warna lebih gelap, dan diberi label nilai ketinggian. [5]

Pada praktiknya, data ketinggian suatu daerah tidak diukur pada setiap titik yang ada dalam peta. Data ketinggian yang didapatkan berupa kumpulan data dari titik-titik sampel yang diukur langsung. Titik-titik sampel ini diplot dalam bidang dua dimensi, lalu garis-garis kontur untuk suatu level ketinggian digambar dengan memprediksi keberadaan titik-titik yang dilalui garis tersebut berdasarkan data sampel.

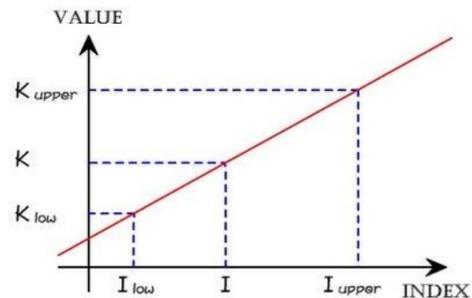


Gambar 2: Penggambaran Peta Kontur dari Titik Sampel [5]

Pada gambar 2, titik-titik yang tersaji merupakan titik-titik sampel dengan data ketinggian masing-masing. Dari titik-titik itu, titik yang memiliki ketinggian tertentu diprediksi. Prediksi yang digunakan tergantung pada metode aproksimasi numerik yang dipakai.

C. Interpolasi Linear

Interpolasi dalam istilah numerik merujuk pada metode menghasilkan sebuah nilai baru dari kumpulan nilai yang sudah tersedia. Interpolasi linear merupakan salah satu jenis dari interpolasi yang ada. Pendekatan yang digunakan untuk interpolasi linear adalah dengan memandang perubahan nilai yang konstan dari dua titik yang bersebelahan pada sebuah bidang. Pendekatan ini dapat dimanfaatkan untuk memprediksi nilai baru dari sebuah titik yang berada diantara dua buah titik yang sudah diketahui nilainya.



Gambar 3: Interpolasi Linear [1]

Gambar 3 merupakan ilustrasi bagaimana interpolasi linear bekerja. Data I_{low} , I_{upper} , K_{low} , K_{upper} diketahui. Jika diberikan sebuah I , maka nilai K yang bersesuaian dengan I dapat ditentukan dengan meninjau persamaan garis dari grafik pada gambar 3.

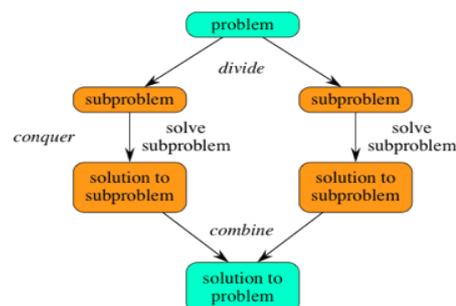
D. Divide and Conquer

Divide and Conquer merupakan salah satu teknik pemecahan masalah yang ada dalam lingkup bahasan strategi algoritma. Algoritma yang menggunakan strategi *divide and conquer* meninjau permasalahan berukuran besar, memecahkannya menjadi sub-masalah serupa dengan ukuran lebih kecil, menyelesaikan setiap sub-masalah, dan menggabungkan solusi dari sub-masalah untuk memperoleh solusi untuk masalah semula.

Ide pemecahan masalah tersebut dapat dibagi dalam beberapa tahap sebagai berikut:

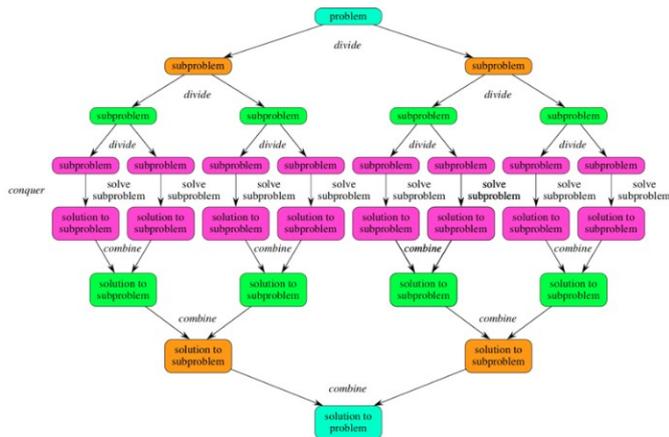
1. *Divide*: membagi masalah menjadi beberapa sub-masalah lebih kecil yang serupa.
2. *Conquer*: menyelesaikan masing-masing sub-masalah secara rekursif.
3. *Combine*: menggabungkan solusi sub-masalah menjadi solusi masalah awal. [1]

Secara ilustratif, algoritma *divide and conquer* dapat dipahami melalui gambar berikut:



Gambar 4: Langkah Umum *Divide and Conquer* [2]

Algoritma *divide and conquer* bekerja secara rekursif. Dari gambar 4, setiap submasalah akan diselesaikan dengan ide penyelesaian yang sama. Akibatnya jika diurai, ilustrasi pada gambar 4 akan berjalan seperti ilustrasi berikut



Gambar 5: *Divide and Conquer* Bekerja Secara Rekursif [2]

Skema umum dari algoritma *divide and conquer* disajikan dalam notasi algoritmik berikut [1]

```

procedure divide_and_conquer(input n: integer)
KAMUS
    r, k: integer
ALGORITMA
    if (n <= n0) then // basis
        solve(n)
    else // rekurensi
        bagi menjadi r sub-masalah ukuran n/k
        foreach submasalah:
            divide_and_conquer(n/k)
        endfor
        combine()
    endif

```

III. PEMBATAAN MASALAH

Dalam penulisan makalah ini, penulis membatasi masalah yang akan dibahas, diselesaikan, dan diuji dalam beberapa batasan masalah. Batasan masalah ini diperlukan agar penyelesaian masalah dapat dilakukan dengan lebih mudah dan singkat. Selain itu, batasan masalah tersebut dapat menjadi hal-hal yang dapat ditingkatkan dalam riset-riset berkaitan di masa yang akan datang. Adapun batasan masalah yang penulis ambil dalam penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

A. Koordinat Titik Sampel

Pada praktiknya di lapangan dalam mengumpulkan titik sampel untuk peta kontur, lokasi titik sampel umumnya dinyatakan dalam koordinat lintang dan bujur. Sedangkan nilai ketinggian umumnya diukur dalam satuan SI misalnya meter atau kilometer. Satuan SI dan koordinat lintang-bujur memiliki metode konversi tersendiri. Untuk mengurangi kesalahan akibat proses konversi, penulis membatasi satuan yang digunakan dalam koordinat titik sampel dan satuan yang digunakan untuk ketinggian harus sama. Selain itu, koordinat titik sampel dinyatakan secara relatif terhadap titik sampel

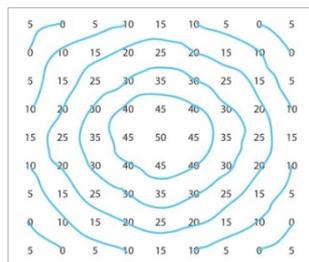
acuan yang berkoordinat di (0,0). Hal ini untuk meminimalisir kesalahan akibat penggunaan komponen koordinat yang bernilai negatif.

B. Susunan Titik Sampel

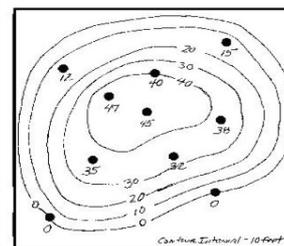
Dalam pengambilan sampel, titik-titik sampel adakalanya diambil secara acak. Akibatnya dalam penentuan titik interpolasi, perhitungan dapat menjadi lebih rumit. Kerumitan dapat disebabkan dua hal, yaitu:

1. Kerumitan dalam memilih pasangan titik yang akan dijadikan acuan interpolasi sehingga tidak melanggar aturan penggambaran peta kontur.
2. Kerumitan dalam mengonversi susunan titik acak menjadi grid titik-titik yang sudah diinterpolasikan. Sebab untuk tiap titik baru, interpolasi perlu dilakukan oleh semua data titik lama. Hal ini tidak dapat dilakukan dengan interpolasi linear, namun dapat dilakukan dengan tipe interpolasi lanjut.

Pembatasan masalah dilakukan untuk meminimalisir kesalahan dalam menyelesaikan kerumitan tersebut. Oleh karena itu penulis membatasi bahasan dan eksperimen pada titik-titik sampel yang tersusun dalam bentuk grid.



Gambar 6: Susunan Titik Sampel dalam Grid [6]



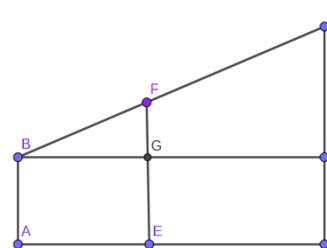
Gambar 7: Susunan Titik Sampel Acak [7]

IV. IDE PENYELESAIAN MASALAH

Dalam menyelesaikan masalah penentuan himpunan titik interpolasi ini, terdapat beberapa ide penyelesaian yang penulis gunakan. Adapun ide dan tahapan pendekatan penyelesaian masalah tersebut yaitu

A. Menentukan Titik Interpolasi dengan Interpolasi Linear

Pendekatan yang digunakan untuk menentukan posisi titik interpolasi dengan interpolasi linear didapatkan dengan cara sebagai berikut:



Gambar 8: Pendekatan Interpolasi Linear (Arsip Penulis)

Pada gambar 8, misalkan A dan C merupakan posisi titik sampel yang sudah diketahui. AB dan CD berturut-turut merepresentasikan nilai ketinggian A dan C. Misalkan kita hendak mencari himpunan titik yang dilalui oleh garis kontur dengan ketinggian EF. Kita akan menentukan seberapa jauh titik E dari A.

Pertama, tarik garis BH sejajar AC. Dengan kesebangunan segitiga, akan diperoleh persamaan

$$\frac{FG}{BG} = \frac{DH}{BH} = \frac{CD - CH}{BH} \rightarrow BG = \frac{FG \times BH}{CD - CH}$$

Perhatikan bahwa $BG = AE$, $FG = EF - EG = EF - AB$, $BH = AC$, dan $CH = AB$. Maka diperoleh

$$AE = \frac{(EF - AB) \times AC}{CD - AB}$$

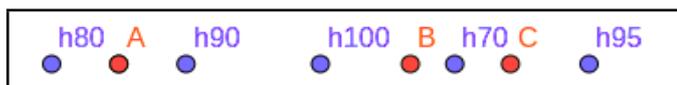
EF merupakan ketinggian dari garis kontur yang dicari, sebut *curAlt*. AB dan CD merupakan ketinggian yang dimiliki oleh titik sampel yang sudah diketahui, sebut *minAlt* dan *maxAlt*. Sedangkan AE merupakan jarak dari posisi *minAlt* ke *curAlt*, sebut *radius*. AC merupakan jarak dari dua titik sampel yang sudah diketahui, sebut *dist(minAlt, maxAlt)*. Maka secara umum dapat diperoleh formula

$$radius = \frac{(curAlt - minAlt) \times dist(minAlt, maxAlt)}{maxAlt - minAlt}$$

B. Penentuan Titik Interpolasi Satu Baris Grid Titik Sampel

Masalah yang cukup kecil untuk diselesaikan dari penentuan titik interpolasi garis kontur ini adalah kasus saat titik sampel yang dimiliki berupa satu baris grid horizontal atau vertikal. Misalkan akan dicari titik-titik yang akan dilewati oleh garis kontur dengan level ketinggian *curAlt*, maka langkah algoritma yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

1. Dimulai dari titik sampel pertama, ambil dua titik bertetangga secara horizontal.
2. Cek apakah *curAlt* memiliki nilai diantara ketinggian titik kiri dan kanan.
3. Jika *curAlt* memiliki nilai diantara ketinggian titik kiri dan kanan, maka lakukan interpolasi linear untuk nilai *curAlt* menggunakan titik kiri dan titik kanan untuk mendapatkan nilai *radius*.
4. Tentukan titik yang berada ke kiri sejauh *radius* dari titik sampel dengan ketinggian lebih rendah (nilai *radius* < 0 jika titik kanan lebih rendah dari titik kiri)
5. Tambahkan titik interpolasi pada himpunan titik yang dilalui garis dengan level ketinggian *curAlt*.



Gambar 9: Interpolasi Satu Baris Grid (Arsip Penulis)

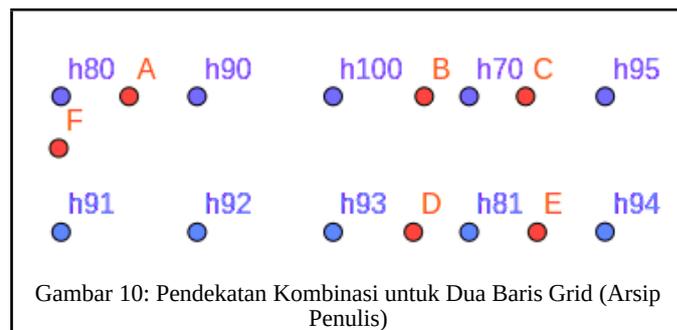
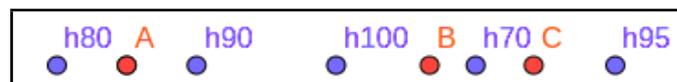
Gambar 9 merupakan ilustrasi dari penentuan himpunan titik interpolasi garis kontur pada grid satu baris. Titik biru menunjukkan titik sampel yang ketinggiannya sudah diketahui. Titik merah menunjukkan titik-titik hasil interpolasi yang memiliki ketinggian 85.

C. Pendekatan Kombinasi untuk Dua Baris Grid Sampel

Untuk dua baris grid sampel, himpunan titik-titik interpolasi dari garis kontur dengan level ketinggian *curAlt* dapat diperoleh dari masing-masing satu baris grid yang telah diselesaikan dengan interpolasi di tahap sebelumnya. Perhatikan bahwa titik-titik interpolasi yang telah diperoleh pada masing-masing baris juga merupakan solusi dari kasus dua baris grid sampel ini. Namun terdapat titik-titik interpolasi yang belum didapatkan oleh masing-masing baris di tahap sebelumnya. Titik-titik tersebut merupakan titik interpolasi yang diperoleh dari titik-titik bertetangga secara vertikal yang diperoleh saat penggabungan dua buah satu baris grid menjadi dua baris grid.

Sehingga untuk menyelesaikan kasus dua baris grid dengan pendekatan kombinasi dua buah satu baris grid yang sudah diselesaikan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Tambahkan titik-titik pada satu baris grid pertama dan kedua pada himpunan titik solusi.
2. Dimulai dari titik sampel pertama, ambil dua titik bertetangga secara vertikal.
3. Cek apakah *curAlt* memiliki nilai di antara ketinggian titik atas dan titik bawah.
4. Jika *curAlt* berada di antara ketinggian titik atas dan titik bawah, maka lakukan interpolasi untuk nilai *curAlt* menggunakan titik atas dan titik bawah untuk mendapatkan nilai *radius*.
5. Tentukan titik yang berada ke bawah sejauh *radius* dari titik sampel dengan ketinggian lebih rendah (nilai *radius* < 0 jika titik bawah lebih rendah dari titik atas)
6. Tambahkan titik interpolasi pada himpunan titik yang dilalui garis dengan level ketinggian *curAlt*.



Gambar 10: Pendekatan Kombinasi untuk Dua Baris Grid (Arsip Penulis)

Gambar 10 menampilkan ilustrasi dari algoritma yang digunakan dalam kombinasi. Perhatikan bahwa semula baris atas memiliki solusi {A,B,C} dan baris bawah memiliki solusi {D,E}. Titik F diperoleh dari tahap penggabungan, sehingga solusi untuk dua baris grid tersebut untuk ketinggian 85 adalah {A,B,C,D,E,F}.

D. Pencarian Himpunan Titik Interpolasi Garis Kontur sebagai Persoalan Rekursif

Pada peta kontur dengan titik sampel berupa grid, dapat dilihat bahwa pencarian himpunan titik interpolasi untuk sebuah garis kontur dengan level ketinggian tertentu sebenarnya dapat dipandang secara rekursif. Jika kita bagi grid peta kontur menjadi bagian atas dan bagian bawah, maka kedua bagian tersebut merupakan grid peta kontur dengan ukuran yang lebih kecil. Sehingga pencarian himpunan titik interpolasi garis kontur pada grid atas dan grid bawah merupakan persoalan yang serupa dengan persoalan awal. Oleh sebab itu, persoalan ini dapat dipandang sebagai persoalan yang rekursif.

Berangkat dari hasil pembahasan pada subbab IVB, persoalan dapat diselesaikan secara *bruteforce* pada kasus satu baris grid. Sedangkan melalui hasil dari subbab IVC, dapat ditentukan himpunan solusi dengan menggunakan solusi dari submasalah yang lebih kecil menggunakan pendekatan kombinasi. Oleh sebab itu, persoalan pencarian himpunan titik interpolasi garis kontur ini akan dapat diselesaikan dengan menggunakan metode pendekatan algoritma *divide and conquer*.

V. SKEMA ALGORITMA PENYELESAIAN MASALAH

Skema algoritma penyelesaian masalah berikut merupakan solusi yang penulis usulkan untuk menyelesaikan masalah penentuan himpunan titik interpolasi garis kontur dengan pendekatan *divide and conquer*. Sebelum membahas mengenai skema algoritma, terdapat beberapa hal yang menjadi komponen pendukung.

1. Struktur data, diperlukan sebuah matriks yang akan menyimpan data nilai ketinggian dari titik-titik sampel yang sudah diketahui dan sebuah array yang akan menyimpan titik-titik interpolasi garis kontur yang akan dicari.
2. Fungsi pembantu, diantaranya fungsi interpolasi linear, fungsi cek apakah titik yang dicari berada pada dua titik sampel, dan fungsi menghitung jarak dua titik.

Tahapan algoritma *divide and conquer*-nya sendiri terbagi atas prosedur-prosedur sebagai berikut:

1. Prosedur *solve* digunakan untuk mencari solusi titik interpolasi secara *bruteforce* pada satu baris grid.
2. Prosedur *combine* digunakan untuk mencari solusi dengan menggabungkan solusi pada submasalah dan menambahkan dengan solusi yang ditemui sendiri pada tahap *bruteforce*.

Adapun skema umum algoritmanya dalam notasi algoritmik adalah sebagai berikut:

```

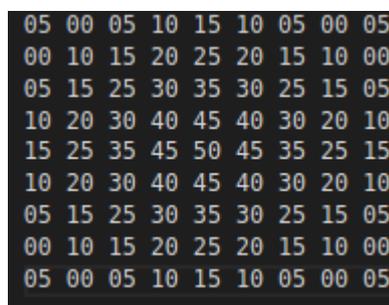
procedure divide(lower,upper,curAlt: integer)
KAMUS
  mid: integer
ALGORITMA
  if upper = lower then
    solve(upper,curAlt)
  else
    mid ← (upper + lower)/2
    divide(upper,mid,curAlt)
    divide(mid+1,upper,curAlt)
    combine(mid,curAlt)
  endif

```

VI. PENGUJIAN DAN HASIL UJI

Pengujian dilakukan terhadap algoritma yang telah diimplementasikan dalam bahasa pemrograman python. Data input berupa berkas eksternal dalam ekstensi txt. Berkas eksternal berisi data uji yang berupa matriks merepresentasikan nilai ketinggian dari titik sampel dalam bentuk grid. Posisi acuan titik sampel yaitu indeks matriks pada posisi (0,0). Jarak setiap dua sel bertetangga diatur dengan skala 1 satuan. Satuan jarak dan koordinat diasumsikan sama. Keluaran yang diharapkan berupa himpunan titik interpolasi dari setiap garis kontur yang akan digambar pada peta kontur.

Data uji yang digunakan merupakan translasi dari gambar 6 ke dalam bentuk matriks of integer. Data uji ini diambil dari gambar 6 agar mudah diperiksa kebenaran hasil algoritma.



Gambar 11: Data Uji (Arsip Penulis)

Hasil pengujian, T merepresentasikan level garis kontur yang diuji, hasil pengujian menunjukkan titik-titik yang dilalui oleh garis kontur dengan garis kontur dengan ketinggian level T, dan % menyatakan tingkat kecocokan hasil pengujian dengan titik-titik yang dilalui garis kontur pada gambar 6.

Tabel 1: Hasil Pengujian (Arsip Penulis)

T	Hasil Pengujian	%
0	Nama file: testcase1.txt Ketinggian 0: [[0.0, 1.0], [0.0, 7.0], [1.0, 0.0], [1.0, 8.0], [7.0, 0.0], [7.0, 8.0], [8.0, 1.0], [8.0, 7.0]]	100%
10	Nama file: testcase1.txt Ketinggian 10: [[0.0, 3.0], [0.0, 5.0], [1.0, 1.0], [1.0, 7.0], [0.5, 2.0], [0.5, 6.0], [2.0, 0.5], [2.0, 7.5], [3.0, 0.0], [3.0, 8.0], [5.0, 0.0], [5.0, 8.0], [6.0, 0.5], [6.0, 7.5], [7.0, 1.0], [7.0, 7.0], [8.0, 3.0], [8.0, 5.0], [7.5, 2.0], [7.5, 6.0]]	100%

T	Hasil Pengujian	%
20	<pre>Nama file: testcase1.txt Ketinggian 20: [[1.0, 3.0], [1.0, 5.0], [0.5, 4.0], [2.0, 1.5], [2.0, 6.5], [1.5, 2.0], [1.5, 6.0], [3.0, 1.0], [3.0, 7.0], [4.0, 0.5], [4.0, 7.5], [5.0, 1.0], [5.0, 7.0], [6.0, 1.5], [6.0, 6.5], [7.0, 3.0], [7.0, 5.0], [7.5, 4.0], [6.5, 2.0], [6.5, 6.0]]</pre>	100%
30	<pre>Nama file: testcase1.txt Ketinggian 30: [[2.0, 3.0], [2.0, 5.0], [1.5, 4.0], [3.0, 2.0], [3.0, 6.0], [4.0, 1.5], [4.0, 6.5], [5.0, 2.0], [5.0, 6.0], [6.0, 3.0], [6.0, 5.0], [6.5, 4.0]]</pre>	100%
40	<pre>Nama file: testcase1.txt Ketinggian 40: [[3.0, 3.0], [3.0, 5.0], [4.0, 2.5], [4.0, 5.5], [2.5, 4.0], [5.0, 3.0], [5.0, 5.0], [5.5, 4.0]]</pre>	100%
50	<pre>Nama file: testcase1.txt Ketinggian 50: [[4.0, 4.0]]</pre>	

Berdasarkan hasil uji pada tabel 1, implementasi algoritma menggunakan pendekatan *divide and conquer* memberikan hasil uji berupa himpunan titik-titik interpolasi yang sesuai untuk setiap level ketinggian yang dipetakan pada peta kontur di gambar 6.

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tinjauan teori terhadap peta kontur, interpolasi linear, dan algoritma *divide and conquer* serta dengan analisis terhadap penyelesaian masalah, implementasi, dan pengujian algoritma, penulis menarik kesimpulan bahwa pendekatan *divide and conquer* dapat digunakan untuk menemukan himpunan titik interpolasi garis kontur untuk setiap level ketinggian yang ingin dipetakan. Himpunan titik interpolasi ini diharapkan dapat menjadikan proses penggambaran peta kontur menjadi lebih mudah.

Pada penulisan makalah ini terdapat beberapa saran untuk penulis maupun pembaca. Saran-saran tersebut antara lain:

1. Pada makalah ini terdapat beberapa batasan masalah. Dengan adanya batasan masalah ini diharapkan dapat membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut terhadap topik dan metode ini dengan pembatasan masalah yang dikurangi.
2. Luaran dari algoritma *divide and conquer* pada makalah ini berupa himpunan titik-titik interpolasi terhadap garis kontur dengan level ketinggian tertentu. Penelitian lebih lanjut membuka peluang untuk metode penggambaran peta kontur dengan memperhatikan aturan-aturan penggambaran peta kontur berdasarkan titik-titik interpolasi dari hasil yang didapat pada metode di makalah ini.

VIII. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan makalah strategi algoritma ini. Setelah itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T, Ibu Dr. Masayu Leylia Khodra, dan Ibu Dr. Nur Ulfa Maulidevi, S.T sebagai dosen mata kuliah strategi algoritma di program studi Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung yang telah memberikan pengajaran terhadap mata kuliah strategi algoritma di semester ini. Kemudian, penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada kedua orang tua penulis, keluarga, dan teman-teman yang telah membantu dari segi nonteknis.

IX. REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2009. Diktat Kuliah IF2211 Strategi Algoritma. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [2] <https://www.khanacademy.org/computing/computer-science/algorithms/merge-sort/a/divide-and-conquer-algorithms> diakses pada 12 Mei 2018, pukul 17:36 WIB
- [3] B Lewis, Gary. 1997. Introduction to Topographic Maps. Canberra: Australian Geological Survey Organization.
- [4] <https://www.atobasahona.com/2017/03/pengertian-peta-topografi-kontur-serta-karakteristiknya.html> diakses pada 12 Mei 2018, pukul 18:37 WIB
- [5] http://www.uno.edu/cos/earth-environmental-sciences/ees-docs/ClassResources/Lab12_Contouring_and_Topography.pdf diakses pada 12 Mei 2018, pukul 19:21 WIB
- [6] <http://surveying.structural-analyser.com/surveys/survey04/> diakses pada 12 Mei 2018, pukul 20:56 WIB
- [7] <http://www.geomore.com/how-to-contour-a-map/> diakses pada 12 Mei 2018, pukul 21:04 WIB

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 12 Mei 2018



Dion Saputra – 13516045