

Penerapan Algoritma Divide and Conquer dan Vektor Warna dalam Pencocokan Gambar Bitmap

Muhammad Az-zahid Adhitya Silparensi

Teknik Informatika
Institut Teknologi Bandung
Bandung, Indonesia
azzahidadhitya@yahoo.com

Abstrak—Gambar Bitmap adalah sebuah gambar yang terdiri dari bit. 1 bit tersebut merepresentasikan 1 warna. Pada saat ini pencocokan gambar sering digunakan untuk pencarian gambar yang ada pada search engine. Pencocokan gambar bukan hanya akan membantu dalam search engine pencocokan gambar bisa digunakan untuk pencocokan sidik jari, pencocokan tanda tangan, dan masih banyak lagi. Pada makalah kali ini penulis akan membahas mengenai pencocokan gambar dengan vector warna disertai dengan algoritma divide and conquer. Makalah ini bisa dibilang lanjutan dari makalah penulis pada Aljabar Geometri.

Keywords—gambar, warna, divide and conquer, vektor, bitmap.

I. PENDAHULUAN

Gambar adalah salah satu bentuk informasi yang dibuat oleh manusia. Gambar merupakan seni sekaligus untuk menyampaikan informasi menggunakan komunikasi visual. Pada zaman saat ini gambar mempunyai banyak macam. Contohnya seperti gambar bitmap, gambar vector, lukisan.

Manusia bisa membedakan satu gambar dengan gambar yang lain dengan mudah dan bisa tau apakah gambar tersebut sama atau tidak. Tetapi computer tidak bisa langsung tau seperti manusia maka pada makalah kali ini penulis akan membahas pencocokan gambar bitmap dengan vector warna dan algoritma divide and conquer.

Gambar Bitmap adalah gambar yang terdiri dari kumpulan titik yang disebut pixel. Gambar bitmap sangat sering digunakan. Kebanyakan gambar yang dipakai saat ini juga gambar bitmap. Contohnya pada internet jika kita mencari gambar yang muncul kebanyakan adalah gambar bitmap.

Gambar Bitmap yang terdiri dari pixel berbentuk segi empat seperti matriks. Contohnya pada gambar pasti akan ada ukuran gambar seperti 300x300 yang berarti ada 300 pixel didalamnya.

Pencocokan gambar akan sangat membantu dalam kehidupan manusia seperti untuk pencocokan sidik jari, pencocokan tanda tangan bahkan untuk mengecek tulis tangan seseorang.

Pencocokan gambar pada makalah ini akan dilakukan dengan dengan algoritma divide and conquer. Dengan algoritma divide and conquer kedua gambar akan dipisah

menjadi n bagian dan dicek dengan menggunakan vector warna.

II. DASAR TEORI

1) Algoritma Divide and Conquer

- Sejarah

Divide and Conquer dulunya adalah strategi militer yang dikenal dengan divide ut imperes. divide un imperes yang dalam bahasa inggrisnya divide and rule didalam politik dan sosiologi adalah salah satu cara untuk mendapatkan dan mempertahankan kekuasaan dengan cara membagi-bagi wilayah kekuasaan menjadi lebih kecil.

Cara ini juga digunakan untuk strategi didalam peperangan, jika suatu daerah susah untuk dikuasai maka daerah tersebut akan dipecah-pecah dengan cara adu domba dan lain lain. Dengan begitu maka untuk menguasai daerah tersebut akan lebih mudah karena bisa diselesaikan satu-persatu.

- Algoritma

Strategi yang dahulu digunakan untuk peperangan saat ini menjadi salah satu algoritma dasar didalam ilmu computer untuk memecahkan berbagai macam masalah. Divide and conquer mempunyai definisi sebagai berikut :

- o Divide : membagi persoalan menjadi beberapa upa-masalah yang memiliki kemiripan dengan persoalan semula namun berukuran lebih kecil (idealnya berukuran hampir sama),
- o Conquer : memecahkan (menyelesaikan) masing-masing upa-masalah secara rekursif.

- Combine : menggabungkan solusi masing masing upa-masalah sehingga membentuk solusi persoalan semula.

Objek persoalan yang dibagi : masukan (inout) atau instances persoalan yang berukuran n seperti :

- Tabel (larik),
- Matriks,
- Eksponen,
- Dll, bergantung persoalannya.

Tiap- tiap upa masalah mempunyai karakteristik yang sama (the same type) dengan karakteristik masalah asal.

Sehingga metode divide and conquer lebih batural diungkapkan dengan skema rekursif.

- Skema Umum Algoritma Divide and Conquer

```

procedure DIVIDE_and_CONQUER (input n :
integer)
{ Menyelesaikan masalah dengan algoritma
D-and-C.
Masukan: masukan yang berukuran n
Keluaran: solusi dari masalah semula }
Deklarasi
    r, k : integer
Algoritma
    if n ≤ n0 then {ukuran masalah sudah
cukup kecil }
        SOLVE upa-masalah yang berukuran n
    ini
    else
        Bagi menjadi r upa-masalah, masing-
masing berukuran n/k
        for masing-masing dari r upa-masalah
    do
        DIVIDE_and_CONQUER (n/k)
    endfor
    COMBINE solusi dari r upa-masalah
menjadi solusi masalah semula }
    endif

```

Contoh : jika membagi menjadi 2 masalah maka fungsinya adalah

$$T(n) = \begin{cases} g(n) & , n \leq n_0 \\ 2T(n/2) + f(n) & , n > n_0 \end{cases}$$

2) Matriks

Dalam matematika, matriks adalah kumpulan bilangan, simbol, atau ekspresi, berbentuk persegi panjang yang disusun menurutbaris dan kolom. Bilangan-bilangan yang terdapat di suatu matriks disebut dengan elemen atau anggota matriks.

Contoh matriks dengan 2 baris dan 3 kolom yaitu

$$\begin{bmatrix} 1 & 9 & -13 \\ 20 & 5 & -6 \end{bmatrix}$$

- Operasi Dasar

- Penjumlahan dan pengurangan

Penjumlahan dan pengurangan matriks hanya bisa dilakukan jika kedua matriks memiliki ukuran dan tipe yang sama. Cara penjumlahan dan pengurangan sebagai berikut :

$$a_{ij} \pm b_{ij} = c_{ij}$$

a = elemen matriks A

b = elemen matriks B

c = elemen matriks hasil

i = index baris

j = index kolom

- Perkalian Skalar

Perkalian scalar sebuah matriks sebagai berikut :

$$\lambda \cdot A := (\lambda \cdot a_{ij})_{i=1, \dots, m; j=1, \dots, n}$$

λ = Skalar

A = Matriks

a = elemen matriks A

i = index baris

j = index kolom

- Perkalian Matriks

Perkalian Matriks bisa dilakukan jika jumlah baris matriks A = jumlah kolom matriks B. Perkalian Matriks sebagai berikut :

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^m a_{ik} \cdot b_{kj}$$

c = elemen matriks hasil

a = elemen matriks A

b = elemen matriks B

m = ukuran baris matriks A.

i = index baris

k = index kolom

3) Gambar

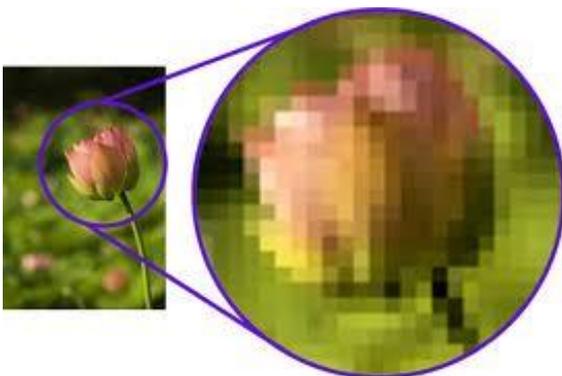
Gambar menurut James B. Pawley adalah sesuatu yang bisa dilihat dan terdiri dari beberapa pertemuan ruang antara beberapa fitur.

Gambar pada computer sendiri bisa dibagi menjadi 2 yaitu bitmap dan vektor :

- Gambar Bitmap

Merupakan gambar yang dibentuk oleh sekumpulan titik yang disebut pixel (*picture element*) atau, gambar bitmap adalah gambar yang disimpan sebagai sekumpulan pixel yang bersesuaian dengan grid dari titik-titik pada layar monitor. Pada gambar tipe bitmap ini kita dapat bayangkan titik-titik yang relatif berdekatan dengan pola tertentu akan terlihat sebagai sebuah gambar secara utuh (satu kesatuan) apabila kita melihatnya dari jauh. Jika kita lakukan pembesaran pada bagian tertentu pada gambar, maka kita akan melihat sederetan kotak yang berhimpitan dengan arah vertikal horisontal.

Contoh :



Gambar bitmap memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri dibandingkan gambar vektor yaitu :

Kelebihan :

- Dapat diberikan efek khusus tertentu sehingga membuat objek tampil sesuai keinginan atau dapat diedit dengan mudah.

- Menghasilkan objek gambar bitmap dari objek vektor dengan cara mudah dan cepat, serta mutu hasilnya dapat ditentukan.

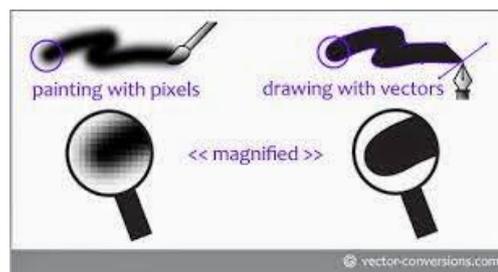
Kekurangan :

- Mengalami masalah saat melakukan perubahan ukuran terutama saat objek gambar diperbesar.
- Efek yang dihasilkan akan terlihat pecah atau berkurang detailnya saat dicetak pada resolusi yang lebih rendah.
- Ukuran file relatif lebih besar.
- Membutuhkan resource yang besar pada komputer untuk mengolahnya.

- Gambar Vektor

Adalah gambar yang tidak bergantung pada resolusi atau, gambar vektor adalah gambar yang terimpan sebagai persamaan matematik (disebut algoritma) yang menunjukkan kurva, garis, dan bentuk-bentuk lain. Mudah untuk diperbesar/diperkecil tanpa menurunkan kualitas gambar. Gambar vektor adalah gambar yang tidak bergantung pada resolusi, sehingga saat kita melakukan pembesaran atau pengecilan, gambar tetap mempunyai kualitas yang sama. Karena gambar vektor merupakan hasil garis, kurva, dan bidang sehingga setiap unsur mempunyai *fill* dan *stroke* yang dapat kita edit sesuai kreasi.

Contoh :



Gambar vektor mempunyai kelebihan dan

kekurangannya yaitu:

Kelebihan :

- Ukuran file relatif lebih kecil sehingga ruang penyimpanan untuk objek gambar lebih efisien.
- Ukuran dan bentuknya dapat diubah tanpa menurunkan mutu tampilannya.
- Dapat dicetak pada resolusi tinggi.
- Menggambar dan menyunting vektor relatif lebih mudah dan menyenangkan.

Kekurangan :

Konversi langsung objek gambar tersebut dari format bitmap ke vektor tidak dapat menghasilkan gambar yang bagus.

4) Warna

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas suatu warna ditentukan panjang gelombang cahaya tersebut. Panjang gelombang warna yang masih bisa ditangkap mata manusia berkisar antara 380-780 nanometer.

Warna pada gambar di computer sangatlah penting. Terutama dalam gambar bitmap. Warna dalam computer grafis terbagi menjadi 4 yaitu :

- o RGB
- o CMYK
- o LAB Color
- o HLS

Dari keempat tersebut yang paling sering dipakai adalah RGB dan CMYK.

RGB adalah singkatan dari *Red-Green-Blue* adalah sebuah model warna pencahayaan yang dipakai untuk *input devices* maupun *output devices*. Warna primernya adalah merah biru dan hijau saat semuanya dikombinasikan maka terciptalah warna putih.

CMYK adalah singkatan dari *Cyan-Magenta-Yellow-Black*. CMYK adalah sebuah model warna berbasis pengurangan sebagian gelombang cahaya dan yang umum digunakan dalam percetakan berwarna. Saat *Cyan Magenta dan Yellow* dikombinasikan maka akan menghasilkan warna hitam.

5) Vektor

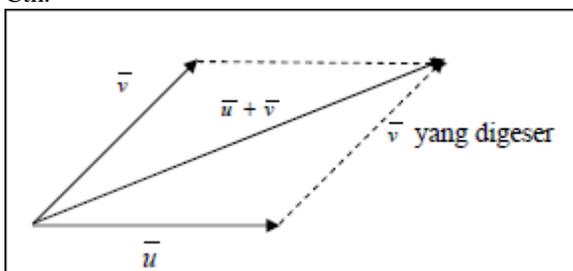
Vektor adalah besaran yang mempunyai besaran maupun arah, Pada makalah ini kita akan membahas ruang vektor dan cara mencari sudut antar vektor untuk mendapatkan tingkat kesamaan antara dua vektor didalam sebuah ruang vektor.

- Operasi Vektor

- o Penjumlahan Vektor

Missal ada vektor \mathbf{u} dan vektor \mathbf{v} maka jika \mathbf{u} dijumlahkan dengan \mathbf{v} akan ada vektor baru yaitu $\mathbf{u}+\mathbf{v}$

Cth:



- o Panjang Vektor

Panjang vektor adalah berat dari vektor tersebut. Missal vektor \mathbf{a} jika $\mathbf{a} = (a_1, a_2)$ maka $\|\mathbf{a}\| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}$

- o Hasil Kali Titik

Hasil kali titik merupakan operasi antara dua vektor yang menghasilkan scalar. Misal \mathbf{a} dan \mathbf{b} adalah vektor pada ruang yang sama maka hasil kali titik antara \mathbf{a} dan \mathbf{b} adalah :

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \|\mathbf{a}\| \|\mathbf{b}\| \cos \alpha$$

Dimana $\|\mathbf{a}\|$ dan $\|\mathbf{b}\|$ adalah panjang vektor serta α adalah sudut antara \mathbf{a} dan \mathbf{b} jadi saat \mathbf{a} dan \mathbf{b} parallel $\alpha = 0$ jadi $\cos \alpha = 1$. Ini adalah cara untuk mengetahui sudut dari dua buah vektor dalam satu ruang. 1 cara lagi yaitu :

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_1b_1 + a_2b_2 + \dots + a_nb_n$$

- Ruang Vektor

- o Ruang Vektor Umum

Misalkan \mathbf{u}, \mathbf{v} , dan \mathbf{w} adalah unsur pada ruang \mathbf{V} dan k, l merupakan skalar bilangan Riil, maka \mathbf{V} dinamakan ruang vektor jika memenuhi syarat berikut ini :

1. Jika \mathbf{u} dan \mathbf{v} adalah vektor-vektor pada \mathbf{V} maka $\mathbf{u} + \mathbf{v}$ berada pada \mathbf{V} juga.
2. $\mathbf{u} + \mathbf{v} = \mathbf{v} + \mathbf{u}$
3. $\mathbf{u} + (\mathbf{v} + \mathbf{w}) = (\mathbf{u} + \mathbf{v}) + \mathbf{w}$.
4. Terdapat $\mathbf{0}$ di \mathbf{V} sehingga $\mathbf{u} + \mathbf{0} = \mathbf{0} + \mathbf{u}$ untuk setiap vektor \mathbf{u} di \mathbf{V} .
5. Untuk setiap \mathbf{u} di \mathbf{V} , terdapat $-\mathbf{u}$ di \mathbf{V} yang dinamakan negatif \mathbf{u} sehingga $\mathbf{u} + (-\mathbf{u}) = (-\mathbf{u}) + \mathbf{u} = \mathbf{0}$.
6. Jika k adalah sebarang skalar dan \mathbf{u} berada di \mathbf{V} , maka $k\mathbf{u}$ berada di \mathbf{V} .
7. $k(\mathbf{u} + \mathbf{v}) = k\mathbf{u} + k\mathbf{v}$.
8. $(k + l)\mathbf{u} = k\mathbf{u} + l\mathbf{u}$.
9. $k(l\mathbf{u}) = l(k\mathbf{u}) = (kl)\mathbf{u}$.
10. Terdapat unsur 1 sebagai unsur identitas perkalian sehingga $1\mathbf{u} = \mathbf{u}$.

Contoh :

Berikut adalah beberapa contoh ruang vektor :

- o Himpunan vektor Euclides dengan operasi standar (operasi penjumlahan dan operasi perkalian dengan skalar). Notasinya R^n
- o Himpunan polinom pangkat n dengan operasi standar.
- o Ruang n -Euclides

Secara geometri vektor-vektor di R^4 dan seterusnya belum bisa digambarkan, tapi operasi-operasi vektor masih sama seperti pada vektor-vektor di R^2 dan R^3 . Orang yang pertama kali mempelajari vektor-vektor di R^n adalah Euclides sehingga vektor-vektor yang berada di ruang R^n dikenal sebagai vektor Euclides sedangkan ruang vektornya disebut ruang n -Euclides. Contoh vektor di ruang n -Euclides adalah $\mathbf{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$. Seperti

halnya di R^2 dan R^3 , dua vektor $\mathbf{u} = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ dan $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ pada R^n dikatakan sama jika $u_1 = v_1, u_2 = v_2, \dots, u_n = v_n$. Beberapa sifat yang berlaku pada ruang vektor Euclides adalah :

1. $\mathbf{u} + \mathbf{v} = \mathbf{v} + \mathbf{u}$
2. $\mathbf{u} + (\mathbf{v} + \mathbf{w}) = (\mathbf{u} + \mathbf{v}) + \mathbf{w}$
3. $\mathbf{u} + \mathbf{0} = \mathbf{0} + \mathbf{u} = \mathbf{u}$
4. $\mathbf{u} + (-\mathbf{u}) = \mathbf{0}$
5. $k(l\mathbf{u}) = l(k\mathbf{u}) = (kl)\mathbf{u}$
6. $k(\mathbf{u} + \mathbf{v}) = k\mathbf{u} + k\mathbf{v}$
7. $(k + l)\mathbf{u} = (k\mathbf{u} + l\mathbf{u})$
8. $1 \cdot \mathbf{u} = \mathbf{u}$

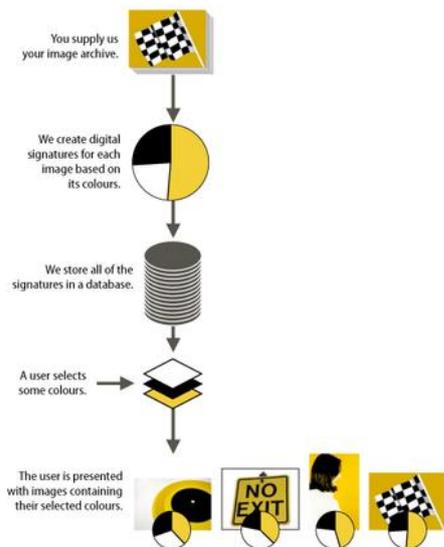
operasi standar pada ruang vektor Euclides, yaitu :

- Penjumlahan
 $\mathbf{u} + \mathbf{v} = (u_1 + v_1, u_2 + v_2, \dots, u_n + v_n)$
- Perkalian dengan skalar
 $k\mathbf{u} = (ku_1, ku_2, \dots, ku_n)$
k adalah sembarang skalar.
- Perkalian Titik (Euclidean inner product)
 $\mathbf{u} \cdot \mathbf{v} = u_1v_1 + u_2v_2 + \dots + u_nv_n$

III. ANALISIS KASUS

1. Pencocokan Dengan Vektor Warna

Pencocokan dengan vektor warna hampir sama dengan pencarian dengan vektor warna. Pencarian dengan vektor warna adalah sebagai berikut :



- Algoritma Pencocokan tanpa divide and conquer adalah :

- Ambil sebuah gambar yang ingin dicari informasinya.
- Gambar tersebut kemudian dihitung ada berapa warna berbeda dan buat ruang n-Euclides. $N =$ jumlah warna berbeda. Cth : Jika sebuah gambar 2×2 pixel mempunyai 2 macam warna maka ruang yang dibuat adalah ruang R^2 .
- Buatlah sebuah vektor didalam ruang n-Euclides berdasarkan gambar cth: Jika sebuah gambar dengan 2×2 pixel mempunyai 2 buah warna merah dan putih 3 pixel berwarna merah dan 1 pixel berwarna putih maka. Vektor \mathbf{q} yang merepresentasikan gambar tersebut adalah:

$$\mathbf{q} = 3\text{merah} + 1\text{putih}$$

Dengan merah dan putih adalah seperti i dan j pada vektor R^2 .

- Lakukan untuk 2 gambar yang anda ingin bandingkan.
- Bandingkan kedua vektor dari gambar tersebut

Tetapi dengan cara ini masih ada masalah yang didapat contohnya :

- Gambar yang sama dicek dengan vektor bisa jadi berbeda karena vektor tidak memeriksa letak dari bitnya hanya hasil vektor warna dari gambar.

Maka dari itu pada makalah ini untuk membandingkan gambar akan menggunakan algoritma divide and conquer.

2. Algoritma Divide and Conquer

- Bagi Gambar Pertama menjadi n buah gambar kemudian buat vektor untuk masing masing keempat buah gambar tersebut.
- Bagi Gambar Kedua menjadi n buah gambar kemudian buat vektor untuk masing masing keempat buah gambar tersebut.
- Dari kedelapan vektor bandingkan gambar sesuai posisi dari gambarnya.
- Dapatkan perbandingan dari kedelapan vektor dengan cara.

- Bandingkan 2 vektor yang posisinya sama dengan sudutnya

Sudut :

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \|\mathbf{a}\| \|\mathbf{b}\| \cos \alpha$$

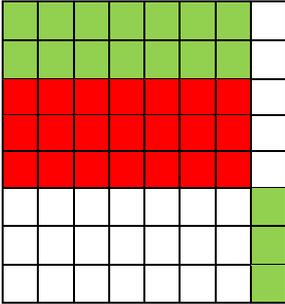
$$\cos \alpha = \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}}{\|\mathbf{a}\| \|\mathbf{b}\|}$$

- Dapatkan rata rata sudut dengan cara : $(s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + \dots + s_n)/n$.

- Semakin kecil rata-rata sudut yang didapat maka semakin besar kesamaan dari gambar.

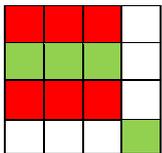
Contoh Penggunaan Algoritma

- Misal sebuah gambar dengan 8x8 pixel :



- Buat ruang vektor R3.
- Buat 4 vektor dari gambar :
q1 (1-4, 1-4) = 8 hijau + 8 merah
q2 (1-4, 5-8) = 6 hijau + 6 merah + 4 putih
q3 (5-8, 1-4) = 4 merah + 12 putih
q4 (5-8, 5-8) = 3 merah + 3 hijau + 10 putih

- Gambar 2 :



- Buat 4 vektor dari gambar :
q1 (1-2, 1-2) = 2 merah + 2 hijau
q2 (1-2, 3-4) = 1 merah + 1 hijau + 2 putih
q3 (3-4, 1-2) = 2 merah + 2 putih
q4 (3-4, 3-4) = 1 merah + 1 hijau + 2 putih
- Cari sudut dari 4 vektor
V1 = 0
V2 = 29.496
V3 = 26.565
V4 = 12.275
Rata-rata = $(0+29.496+26.565+12.275)/4 = 17.084$
- Sudut vektor seluruh gambar
- Gambar 1: 17 hijau + 21 merah + 26 putih
- Gambar 2: 4 hijau + 6 merah + 6 putih
- Sudut kedua gambar = 5.718

IV. KESIMPULAN

Dilihat dari kedua hasil diatas bisa dibuktikan dengan membagi gambar menjadi n bagian maka presisi pada saat perbandingan 2 gambar lebih efektif. Sebelum dibagi menjadi n buah hasil yang didapat adalah 5.718 derajat. Sedangkan saat menggunakan divide and conquer hasil yang didapat adalah 17.084 derajat.

Bisa dilihat dari matriks yang mereresentasikan warna diatas gambar tersebut hampir mirip tetapi garis merahnya

dipindahkan ke bagian atas yang membuatnya mempunyai vektor yang hampir sama. Setelah menggunakan divide and conquer maka bisa dilihat bahwa gambar tidak terlalu sama. Semakin ditambah pembagiannya maka akan semakin tinggi presisinya.

Tetapi setelah dilihat kembali jika ukuran dari kedua gambar berbeda jauh maka akan membuat perbandingan menjadi kurang efektif. Dan juga saat membandingkan sebuah sub-gambar dengan sebuah gambar lengkap maka pasti tidak akan bisa diketahui bahwa sub-gambar tersebut adalah bagian dari gambar tersebut. Hal itu adalah salah satu kelemahan dalam pencarian menggunakan cara ini.

Maka kesimpulan dari makalah ini adalah saat menggunakan divide and conquer maka akan menambah presisi dibandingkan dengan tidak menggunakan divide and conquer. Tetapi ukuran kedua gambar juga akan mempengaruhi presisi tersebut. Dan untuk perbandingan sebuah sub gambar dengan sebuah gambar tidak bisa diketahui apakah sub gambar tersebut adalah bagian dari gambar yang dibandingkan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya berterimakasih kepada Allah SWT yang telah memberikan saya kesempatan untuk menyelesaikan makalah dengan tepat waktu. Saya juga berterimakasih kepada keluarga saya yang selama ini mendukung saya. Dan juga kepada bapak dan ibu dosen yang sangat membantu dalam pengerjaan makalah ini saya ucapkan terimakasih. Terkhusus bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir dan Ibu Dr. Nur Ulfa Maulidevi, ST.MT. yang telah dengan baiknya menyampaikan ilmu untuk makalah ini. Dan yang terakhir saya berterimakasih kepada teman dan sahabat yang telah membantu saya dan mendukung saya selama kuliah di ITB ini.

VI. REFERENSI

- <http://oprekzone.com/pengertian-gambar-bitmap-dan-vektor/>, diakses 7 mei 2016.
- <http://renacesta.net/pengertian-warna/>, diakses 7 mei 2016.
- <http://www.seogereggi.com/2015/03/pengertian-search-engine-mesin-pencari.html>, diakses 7 mei 2016.
- <http://adiwijaya.staff.telkomuniversity.ac.id/lectures/>, diakses 7 mei 2016.
- Gilbert Strang. "Introduction To Linear Algebra", 4th Edition, Cambridge-Press, Wellesley, 2009.
- <https://www.quora.com/What-is-the-algorithm-used-by-Google-to-reverse-image-search-i-e-search-by-image>, diakses 7 mei 2016.
- <https://m.youtube.com/watch?v=ainS3Bbn7rs>, diakses 7 mei 2016.
- https://carapedia.com/pengertian_definisi_gambar_menurut_para_ahli_info514.html, diakses 7 mei 2016.
- <https://ardiansolo.files.wordpress.com/2011/01/bitmap.jpg>, diakses 7 mei 2016.
- http://ronaldsucianto.blogspot.co.id/2012/04/grafik-komputer-dan-warna_1365.html, diakses 7 mei 2016.
- <http://andrewlim-mb1.blogspot.co.id/2014/07/perbedaan-antara-gambar-bitmap-dan.html>, diakses 7 mei 2016.
- [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2013-2014-genap/Algoritma%20Divide%20and%20Conquer%20\(2014\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2013-2014-genap/Algoritma%20Divide%20and%20Conquer%20(2014).ppt), diakses 8 mei 2016.

VII. 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, 8 Mei 2016

A square image showing a handwritten signature in black ink on a light-colored background. The signature is cursive and appears to read 'Adhitya'.

Muhammad Az-zahid Adhitya Silparensi/13514095