

IMPLEMENTASI RADIAL LENGTH SIGNATURE DALAM MEMAINKAN PERMAINAN 2048 BERBASIS VISUAL

Skripsi



oleh
BRADYENDA PRESINDO PAULUS
22104893

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

IMPLEMENTASI RADIAL LENGTH SIGNATURE DALAM MEMAINKAN PERMAINAN 2048 BERBASIS VISUAL

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

**BRADYENDA PRESINDO PAULUS
22104893**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI RADIAL LENGTH SIGNATURE DALAM MEMAINKAN PERMAINAN 2048 BERBASIS VISUAL

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 19 Juni 2015



BRADYENDA PRESINDO PAULUS
22104893

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI RADIAL LENGTH SIGNATURE
DALAM MEMAINKAN PERMAINAN 2048
BERBASIS VISUAL

Nama Mahasiswa : BRADYENDA PRESINDO PAULUS

N I M : 22104893

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 28 Mei 2015

Dosen Pembimbing I



Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

Dosen Pembimbing II



Theresia Herlina R., S.Kom., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI RADIAL LENGTH SIGNATURE DALAM MEMAINKAN PERMAINAN 2048 BERBASIS VISUAL

Oleh: BRADYENDA PRESINDO PAULUS / 22104893

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 12 Juni 2015

Yogyakarta, 26 Juni 2015
Mengesahkan,


Dewan Penguji:

1. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
2. Theresia Herlina R., S.Kom., M.T.
3. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.
4. Prihadi Beny Waluyo, SSI., MT.



Dekan

(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Radial Length Signature Dalam Memainkan Permainan 2048 Berbasis Visual”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan studi Strata-1 Fakultas Teknologi Informasi UKDW. Selesaiannya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Bapak Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs selaku dosen pembimbing I yang memberikan bimbingannya serta memberi masukan yang sangat membantu dari awal hingga akhir selesainya tugas akhir ini.
2. Ibu Theresia Herlina, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing II yang memberikan bimbingannya serta memberi masukan yang sangat membantu dari awal hingga akhir selesainya tugas akhir ini.
3. Orang tua dan kedua adik penulis yang telah memberikan perhatian, dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Mbak Bram, Carlo, Nico dan Mas Win yang telah membantu dalam pencarian judul, pemahaman teori, pembuatan proposal dan pengerjaan tugas akhir ini.
5. Nico dan Sandra sebagai sesama mahasiswa bimbingan Pak Yuan.
6. Mas Adhit, Kukuh & Chubs, Andar, Rizki, Ndaru, Roy, Koh Yere, Venty, Deasy, Tuan Muda Agung, Tuan Muda Indra, Indra Ahong, Manon, Leo, Kak Wahyu GBU, serta semua teman lainnya baik yang kelihatan maupun yang tidak terlihat.
7. Kepada seluruh dosen dan staf administrasi Fakultas Teknologi Informasi yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam kelancaran penulisan skripsi ini.

Akhir kata, dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis bersedia menerima kritik, saran, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 29 Juni 2015

Bradyenda P.P. Kaban

©UKDWN

INTISARI

IMPLEMENTASI *RADIAL LENGTH SIGNATURE* DALAM MEMAINKAN PERMAINAN 2048 BERBASIS VISUAL

Permainan 2048 merupakan permainan yang menarik dan cukup menantang. Untuk memainkan permainan ini pengguna cukup memindahkan tile yang ada ke arah atas atau bawah dan kiri atau kanan. Saat bermain dengan versi layar sentuh maupun *keyboard* komputer sistem akan tahu kapan harus melakukan pengecekan arah untuk memindahkan tile. Pada layar sentuh yaitu pada saat pengguna menempelkan jari ke layar dan sistem akan berhenti mencari arah saat tangan pengguna sudah tidak menempel pada layar. Pada *keyboard* yaitu pada saat pengguna menekan huruf atau tanda panah yang telah ditentukan.

Untuk versi yang berbasis visual diperlukan sebuah penanda layaknya pada layar sentuh dan *keyboard*. Apabila sistem hanya mengecek perpindahan piksel pada citra hasil tangkapan webcam maka bisa saja perpindahan tersebut tidak diinginkan oleh pengguna. Pembuatan permainan 2048 berbasis visual dengan menggunakan metode *radial length signature* ini bertujuan untuk mencegah perpindahan tile yang tidak diinginkan.

Hasil dari penelitian ini adalah diperlukan minimal dua buah gestur, yakni gestur untuk memerintahkan sistem untuk memulai proses *tracking* arah dan gestur untuk memerintahkan sistem untuk berhenti melakukan *tracking* arah. Selain gestur juga diperlukan *state* yang membatasi sistem sehingga sistem hanya menjalankan proses tertentu pada *state* yang diinginkan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL DALAM	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang Masalah	15
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Batasan Sistem	16
1.4 Tujuan Penelitian	16
1.5 Metodologi Penelitian.....	16
1.6 Sistematika Penulisan	17
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	18
2.1 Tinjauan Pustaka	18
2.2 Landasan Teori	19
2.2.2 Image Segmentation.....	21
2.2.2.1 Skin Colour Detection.....	21
2.2.2.2 Band Detection.....	23
2.2.3 Gesture Recognition.....	24
2.2.4 <i>Tracking</i> Hand Movement	28
2.2.5 OpenCV	28
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	29
3.1 Alat Penelitian.....	29
3.2 Bahan Penelitian	29
3.3 Perancangan Sistem	30

3.3.1 Alur Perancangan Sistem.....	30
3.3.2 Rancangan Antar Muka Sistem.....	36
3.3.3 Rancangan <i>State</i> Sistem.....	37
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	40
4.1 Implementasi Sistem.....	40
4.1.1 Antarmuka Sistem.....	40
4.1.2 Pendektasian Gelang.....	42
4.1.3 Kalibrasi.....	46
4.1.4 <i>State</i> Pada Sistem.....	48
4.1.5 Segmentasi dan Penghilangan <i>Noise</i>	51
4.2 Analisis Sistem.....	53
4.2.1 Segmentasi.....	53
4.2.2 Komparasi Histogram.....	54
4.2.2.1 Pengujian Pada Jarak ± 30 cm.....	55
4.2.2.2 Evaluasi Metode Pengecekan Histogram pada Sistem.....	56
4.2.3 Pengujian Sistem.....	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Screenshot Awal Permainan.....	19
Gambar 2. 2 Screenshot Pergeseran Hanya Bisa ke Kanan atau ke Kiri	20
Gambar 2. 3 Screenshot Pergeseran Hanya Bisa ke Atas atau ke Bawah.....	20
Gambar 2. 4 Screenshot Game Over.....	20
Gambar 2. 5 Histogram <i>White Skin Girl</i>	22
Gambar 2. 6 Histogram <i>Black Skin Girl</i>	22
Gambar 2. 7 Contoh Gestur dengan <i>Radials Marked</i>	25
Gambar 2. 8 Panjang Efektif dari Sebuah <i>Radial</i>	25
Gambar 3. 1 Tangan Terbuka.....	30
Gambar 3. 2 Tangan Tertutup	30
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Utama Sistem.....	31
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Permainan 2048	32
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Proses Segmentasi	33
Gambar 3. 6 <i>Flowchart</i> Pencarian <i>Centroid</i>	34
Gambar 3. 7 <i>Angle0</i>	35
Gambar 3. 8 Rancangan Antar Muka Sistem.....	37
Gambar 3. 9 <i>State</i> Sistem	38
Gambar 4. 1 Antar Muka Sistem.....	40
Gambar 4. 2 <i>Trackbar Window</i>	42
Gambar 4. 3 Gelang HSV 1	42
Gambar 4. 4 Gelang HSV 2	43
Gambar 4. 5 Gelang HSV 3	43
Gambar 4. 6 Gelang HSV 4	43
Gambar 4. 7 <i>Thresholding</i> Menggunakan MSPaint.....	44
Gambar 4. 8 Gelang HSL 1.....	45
Gambar 4. 9 Gelang HSL 2.....	45

Gambar 4. 10 Gelang HSL 3.....	45
Gambar 4. 11 Gelang HSL 4.....	46
Gambar 4. 12 Permainan Tanpa Kalibrasi	46
Gambar 4. 13 Permainan Tanpa Kalibrasi 2	47
Gambar 4. 14 Kalibrasi Tangan	47
Gambar 4. 15 Kalibrasi Gelang.....	47
Gambar 4. 16 Permainan Dengan Kalibrasi.....	48
Gambar 4. 17 <i>State</i> Menu Sistem.....	48
Gambar 4. 18 <i>State</i> Kalibrasi Tangan Terbuka.....	49
Gambar 4. 19 <i>State</i> Kalibrasi Tangan Tertutup	49
Gambar 4. 20 <i>State</i> Menu Permainan	50
Gambar 4. 21 <i>State</i> Idle.....	50
Gambar 4. 22 <i>State Tracking</i>	51
Gambar 4. 23 Hasil Segmentasi Tangan Tanpa <i>Findcontours</i>	51
Gambar 4. 24 Hasil Segmentasi Gelang Tanpa <i>Findcontours</i>	52
Gambar 4. 25 Hasil Segmentasi Tangan Dengan <i>Findcontours</i>	52
Gambar 4. 26 Hasil Segmentasi Gelang Dengan <i>Findcontours</i>	53
Gambar 4. 27 Hasil Segmentasi Tangan dan Kepala Bertumpukan	54
Gambar 4. 28 Hasil Segmentasi Tangan dan Kepala Berdempetan.....	54
Gambar 4. 29 Hasil Segmentasi Tangan dan Kepala Berdekatan.....	54
Gambar 4. 30 Histogram Test Tangan Buka.....	55
Gambar 4. 31 Histogram Test Tangan Tutup.....	55
Gambar 4. 32 Histogram <i>Match</i> Tangan Buka	56
Gambar 4. 33 Histogram <i>Match</i> Tangan Tutup	56
Gambar 4. 34 Citra Penguji Gestur Tutup dan Hasil Segmentasinya	57
Gambar 4. 35 Citra Penguji Gestur Buka dan Hasil Segmentasinya	57
Gambar 4. 36 Citra Penguji Gestur Tutup yang Baru dan Hasil Segmentasinya .	57
Gambar 4. 37 Nilai <i>Match</i> Gestur Tutup dengan Metode Bhattacharyya.....	58
Gambar 4. 38 Nilai <i>Match</i> Gestur Buka dengan Metode Bhattacharyya.....	58
Gambar 4. 39 Tampilan Histogram yang Salah	59
Gambar 4. 40 Tampilan Histogram yang Telah Diperbaharui.....	59

Gambar 4. 41 Jarak Terjauh.....	60
Gambar 4. 42 Jarak Terdekat	60
Gambar 4. 43 Jarak < 30 cm	60
Gambar 4. 44 Lampu Philips Essential 18 Watt	61
Gambar 4. 45 <i>Set Up</i> Lampu 18 Watt pada Pengujian	61
Gambar 4. 46 Histogram Uji.....	62
Gambar 4. 47 Pengujian pada Jarak ± 50 cm dari <i>Webcam</i>	67
Gambar 4. 48 Pengujian pada Jarak ± 60 cm dari <i>Webcam</i>	67

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Segmentasi Gestur Buka dan Histogramnya	62
Tabel 4. 2 Hasil Segmentasi Gestur Tutup dan Histogramnya	65
Tabel 4. 3 Hasil Uji Sistem	67

©UKDWN

INTISARI

IMPLEMENTASI *RADIAL LENGTH SIGNATURE* DALAM MEMAINKAN PERMAINAN 2048 BERBASIS VISUAL

Permainan 2048 merupakan permainan yang menarik dan cukup menantang. Untuk memainkan permainan ini pengguna cukup memindahkan tile yang ada ke arah atas atau bawah dan kiri atau kanan. Saat bermain dengan versi layar sentuh maupun *keyboard* komputer sistem akan tahu kapan harus melakukan pengecekan arah untuk memindahkan tile. Pada layar sentuh yaitu pada saat pengguna menempelkan jari ke layar dan sistem akan berhenti mencari arah saat tangan pengguna sudah tidak menempel pada layar. Pada *keyboard* yaitu pada saat pengguna menekan huruf atau tanda panah yang telah ditentukan.

Untuk versi yang berbasis visual diperlukan sebuah penanda layaknya pada layar sentuh dan *keyboard*. Apabila sistem hanya mengecek perpindahan piksel pada citra hasil tangkapan webcam maka bisa saja perpindahan tersebut tidak diinginkan oleh pengguna. Pembuatan permainan 2048 berbasis visual dengan menggunakan metode *radial length signature* ini bertujuan untuk mencegah perpindahan tile yang tidak diinginkan.

Hasil dari penelitian ini adalah diperlukan minimal dua buah gestur, yakni gestur untuk memerintahkan sistem untuk memulai proses *tracking* arah dan gestur untuk memerintahkan sistem untuk berhenti melakukan *tracking* arah. Selain gestur juga diperlukan *state* yang membatasi sistem sehingga sistem hanya menjalankan proses tertentu pada *state* yang diinginkan.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Permainan 2048 merupakan salah satu permainan yang unik dan menarik untuk mengisi waktu luang. Permainan ini pertama kali dikembangkan oleh Gabriele Cirulli pada *platform web* (Cirulli, 2014). Terbatasnya gerak dan ruang lingkup pada permainan ini membuat permainan ini merupakan salah satu permainan yang menantang. Selain pada *platform web* permainan ini juga dapat dimainkan pada platform mobile seperti *Android, IOS dan Windows Phone*.

Bennett Feely pada halaman *website* pribadinya memperkenalkan sebuah cara lain untuk memainkan permainan 2048 (Feely, 2014). Cara tersebut adalah dengan menggunakan *webcam* sebagai sarana interaksi antara pemain dan permainan 2048. Cara bermain yang ditawarkan oleh Bennett Feely menggunakan sebuah *library*, yaitu **gets.js** yang dikembangkan oleh Hadi Michael. Permainan 2048 pada *web* milik Bennett Feely jadi lebih menarik dan hidup dikarenakan untuk menggerakkan *tile* yang ada pemain perlu melambaikan tangan pada area yang dijangkau oleh *webcam*.

Permainan yang dikembangkan oleh Bennett Feely memiliki kelemahan, yaitu untuk menggerakkan *tile* sistem akan menghitung jumlah dan arah pergerakan piksel yang bergerak pada *frame*. Apabila jumlah piksel bergerak memenuhi syarat yang telah ditetapkan pada sistem maka *tile* akan berpindah sesuai dengan arah pergerakan piksel. Saat kepala pemain digerakkan ternyata gerakan kepala tersebut dapat memindahkan *tile*, hal ini tentunya tidak diinginkan oleh pemain. Untuk itu pada penelitian ini akan diimplementasikan sebuah metode untuk mencegah perpindahan *tile* yang tidak diinginkan, metode tersebut adalah *Radial Length Signature*.

Penelitian ini menggunakan metode *Radial Length Signature* dikarenakan metode ini telah digunakan sebelumnya oleh Ray Lockton untuk pengenalan *ASL*

(*American Sign Language*) (Lockton, 2002). Diharapkan dengan metode ini sistem akan mengenali signatur perintah untuk masuk ke *state tracking* terlebih dahulu sebelum memindahkan *tile* pada area permainan, sehingga tidak terjadi perpindahan *tile* yang tidak diinginkan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan diimplementasikan algoritma *Radial Length Signature* untuk permainan 2048 berbasis visual. Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengimplementasian *Radial Length Signature* dalam pencegahan perpindahan *tile* yang tidak diinginkan pada permainan 2048 berbasis visual?

1.3 Batasan Sistem

Batasan-batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem dijalankan pada kondisi pencahayaan yang baik (ruang tertutup dengan lampu neon).
2. Gestur yang dapat diterima oleh sistem akan didefinisikan terlebih dahulu, hanya akan ada dua buah (*tracking, stop*).
3. Pada pergelangan tangan akan digunakan *marker* berwarna biru untuk *tracking* arah.
4. Pemain mengenakan baju berlengan panjang atau penutup lengan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa efektif dan optimal penggunaan algoritma *Radial Length Signature* dalam pengenalan dan pelacakan gerakan tangan untuk diterapkan pada permainan 2048.

1.5 Metodologi Penelitian

Pengerjaan penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Studi Pustaka dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan pengenalan gestur secara *realtime* , penggunaan *Radial length Signature* melalui buku, jurnal, artikel dan sumber lainnya.
2. Perancangan sistem sesuai dengan teori-teori dan informasi yang didapatkan dan kemudian membangun sistem.
3. Analisa dari sistem yang telah dibangun, penarikan kesimpulan dan pemberian saran agar sistem dapat lebih dikembangkan.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan sistem, tujuan tugas akhir, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Membahas teori yang dijadikan landasan dalam pembuatan tugas akhir. Landasan teori dalam penelitian ini meliputi pembahasan perangkat keras, perangkat lunak, dan teori yang digunakan.

BAB 3 : PERANCANGAN SISTEM

Bab ini akan membahas tentang perancangan sistem yang akan dibuat meliputi : rancangan interface sistem dan diagram flow chart sistem untuk menggambarkan alur kerja sistem.

BAB 4 : IMPLEMENTASI DAN ANALISA SISTEM

Membahas dan menganalisa hasil implementasi sistem. Hasil implementasi sistem akan disajikan dalam tampilan grafik serta penjelasannya. Pembahasan ini meliputi penjelasan terhadap hasil penelitian dihubungkan dengan teori-teori yang telah dijelaskan sebelumnya.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran pengembangan lebih lanjut tentang persoalan yang belum tuntas diteliti dalam penelitian ini.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian dan proses-proses yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk gestur tangan terbuka *Threshold* komparasi histogram dengan menggunakan metode *Bhattacharyya Distance* adalah 0,060 - 0,110 dan untuk gestur tangan tertutup adalah 0,050 - 0,075.
2. Pada kondisi pencahayaan seperti saat pengujian sistem (menggunakan lampu philips essential 18 watt yang diletakkan di belakang laptop dan mengarah langsung ke pengguna), jarak terbaik antara pemain dan *webcam* adalah ± 40 cm.
3. Sistem akan berjalan dengan baik apabila dijalankan pada kondisi pencahayaan yang baik, dimana cahaya datang dari depan pengguna dan *background* tidak lebih terang daripada pengguna.
4. Untuk segmentasi gelang dengan HSL sebagai *color space* didapatkan nilai-nilai *threshold* sebagai berikut : $H_{Min} = 87$, $L_{Min} = 12$, $S_{Min} = 90$, $H_{Max} = 150$, $L_{Max} = 175$ dan $S_{Max} = 255$;

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan proses-proses yang telah dilakukan, ditemukan beberapa hal yang masih belum sesuai harapan. Berikut ini adalah beberapa saran untuk pengembangan sistem dikemudian hari :

1. Sistem sangat bergantung pada pencahayaan dikarenakan sistem menggunakan warna sebagai *threshold* . Cara ini bisa diganti dengan menggunakan algoritma-algoritma pengenalan tangan (*hand recognition*).

2. Untuk proses kalibrasi pada saat pencarian warna tangan dan gelang dapat dilakukan pembobotan atau perbandingan dengan data warna kulit pada beberapa citra sehingga nilai *threshold* yang didapat akan lebih baik.
3. Untuk proses komparasi histogram dapat diganti dengan metode yang ada pada kecerdasan buatan seperti *machine learning* atau *neural network*.

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- Basilio, J. A., Torres, G. A., Perez, G. S., Medina, L. K., & Meana, H. M. (2011).
Explicit Image Detection using YCbCr Space Color Model as Skin
Detection. *Application of Mathematics and Computer Engineering* (hal. -).
Mexico City: wseas.us.
- Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV*. California: O'Reilly
Media, Inc.
- Cirulli, G. (2014, - -). 2048. Dipetik April 22, 2014, dari Github:
<http://gabrielecirulli.github.io/2048/>
- Ennehar, B. C., Brahim, O., & Hicham, T. (2010). An Appropriate Color Space to
Improve Human Skin Detection. *Infocomp v. 9*, 1-10.
- Feely, B. (2014, Maret -). *Air2048*. Dipetik September 10, 2014, dari Bennett
Feely Personal Web Page: <http://bennettfeely.com/air2048/>
- Laganière, R. (2011). *OpenCV 2 Computer Vision Application Programming
Cookbook*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Lockton, R. (2002). *Hand Gesture Recognition Using Computer Vision*. Oxford:
Oxford University.
- OpenCV. (2014, - -). *Changing Colorspaces*. Dipetik 02 18, 2015, dari
<http://docs.opencv.org/>:
http://docs.opencv.org/master/df/d9d/tutorial_py_colorspaces.html
- RosettaCode. (2014, Juni 12). *Rosetta Code 2048 wiki*. Dipetik Februari 12, 2015,
dari Rosetta Code: <http://rosettacode.org/wiki/2048>
- Sinha, U. (-, - -). *Tracking colored objects in OpenCV*. Dipetik Maret 2, 2015,
dari AI Shack: [http://www.aishack.in/tutorials/tracking-colored-objects-in-
opencv/](http://www.aishack.in/tutorials/tracking-colored-objects-in-opencv/)