

Pengenalan Gestur Semaphore Menggunakan Sensor Kinect

Muhammad Fuad, Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura, Raya Telang PO BOX 2, Kamal, Bangkalan 69162
Eka Prasetya, Program Studi Teknik Multimedia & Jaringan Komputer Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura

ABSTRAK

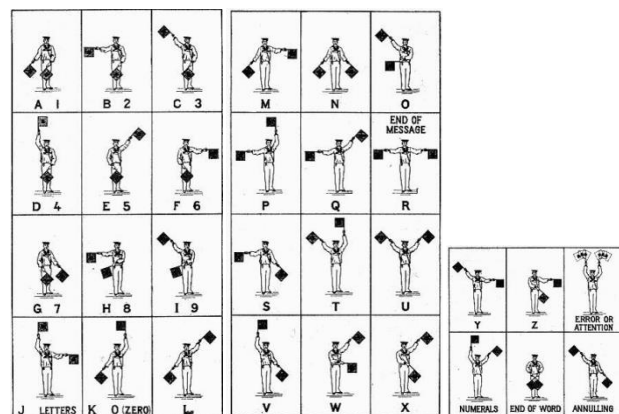
Semaphore sebagai suatu cara berkomunikasi jarak jauh dengan menggunakan dua buah bendera biasa dipraktikkan pada kegiatan kepramukaan. Informasi disampaikan dengan gestur atau gerakan-gerakan khusus menggunakan alat bantu berupa bendera atau dayung, batang. Proses pembelajaran Semaphore masih secara manual sehingga membutuhkan guru atau instruktur yang memberi contoh dan memberi koreksi ketika terjadi kesalahan dalam gestur. Berdasarkan kebutuhan praktis untuk memberikan suatu alternatif cara pembelajaran semaphore untuk alphabet, penelitian ini mengusulkan pemanfaatan teknologi visi komputer untuk mengembangkan suatu kemampuan pengenalan gestur semaphore dengan menggunakan sensor Kinect. Aliran data citra kerangka (*skeleton*) dari Kinect dihitung panjang tulang (*bone*) dan sudut antar sendi (*joint*) dengan memanfaatkan algoritma geometri sehingga menghasilkan parameter untuk pengenalan gestur dari setiap huruf alphabet. Selanjutnya parameter gestur dibandingkan dengan standar gestur (*template*) agar dapat dikenali sebagai salah satu huruf dalam alphabet.

Kata kunci: Semaphore, Algoritma Geometri, Kinect, gestur, alphabet.

1. Pendahuluan

Kode Semaphore dikenal sebagai suatu cara berkomunikasi jarak jauh secara visual dengan menggunakan dua buah bendera kotak yang dipegang dengan tangan. Komunikasi ini biasa digunakan oleh pelaut untuk mengirimkan informasi dari satu kapal ke kapal yang lain (Angle Madore, 2007). Semaphore sangat menguntungkan jika digunakan pada siang hari bahkan di malam hari dengan bantuan pencahayaan (Signal Corps United States Army, 2013). Pramuka belajar memegang bendera semaphore dengan sudut yang benar (Ernest Thompson Seton, 2012). Semaphore merupakan salah satu cara dalam mengirimkan pesan, informasi, atau berita dengan gesture-gesture khusus menggunakan bendera, dayung, atau batang. Pramuka biasa menggunakan bendera berukuran 40 x 40 cm yang melekat pada tongkat berukuran 50 cm (Rudi Setiawan, 2014). Warna bendera yang dikibarkan bersilang merah dan kuning (Oki Helfiska, 2012).

Pembelajaran Semaphore pada umumnya dilakukan secara manual dengan bimbingan guru atau instruktur yang memberi contoh dan koreksi ketika terjadi kesalahan pada gesture. Gambar 1 menampilkan daftar gestur yang mewakili setiap huruf dalam alphabet.



Gambar 1. Gestur alphabet (Signal Corps United States Army, 2013).

Pembelajaran gestur semaphore telah dikembangkan dalam bentuk program komputer (Gunawan, 2011) dan (Kuncoro, 2011). Kedua aplikasi ini menampilkan gambar gestur semaphore beserta huruf yang diwakili. Interaksi antara pengguna dengan aplikasi belum interaktif sebagaimana pembelajaran semaphore yang dibimbing oleh instruktur.

Permasalahan interaksi aktif antara pengguna dan komputer sebagai sarana belajar perlu dan menantang

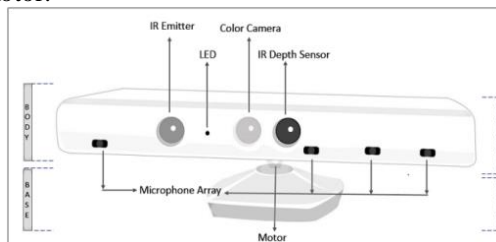
* Muhammad Fuad. Tel.: +62899 7275 593; fax: 031-3011506.
E-mail: fuad@if.trunojoyo.ac.id, ibrahim.fuad@gmail.com

untuk diteliti. Penelitian ini mengusulkan pengembangan kemampuan untuk mengenali gestur semaphore dengan memanfaatkan sensor Kinect.

Pengguna berdiri di depan sensor yang terhubung dengan komputer. Sensor Kinect menangkap gestur dari pengguna dan menyajikannya dalam bentuk aliran citra kerangka (*skeleton*). Citra ini terdiri dari tulang (*bone*) dan sendi (*joint*). Program pengenalan gestur semaphore membaca parameter gestur dari citra skeleton dan mencocokkan dengan nilai-nilai yang telah diperoleh dari standar gestur semaphore. Pengenal gestur memanfaatkan algoritma geometri yang bekerja dengan menggunakan variabel panjang *bone* dan sudut antar *joint*. Penulisan dalam penelitian ini disajikan menurut alur berikut ini. Bagian 2 menjelaskan mengenai metode penelitian. Hasil dan pembahasan disajikan dalam Bagian 3. Kesimpulan dipaparkan pada Bagian 4. Saran untuk pengembangan riset selanjutnya dituliskan pada Bagian 5.

1.1. Sensor Kinect

Sensor Kinect hadir di pasar *game* dengan nama resmi, Kinect for Xbox 360. Sensor ini merupakan sebuah pengendali permainan interaktif buatan Microsoft yang dibangun khusus untuk tersambung dengan mesin permainan XBOX360. Gambar 2 menampilkan komponen dari sensor Kinect yang terdiri dari sebuah IR Emitter, LED, Color Camera, IR Depth Sensor, Microphone Array, dan motor.



Gambar 2. Komponen dari Sensor Kinect (Abhijit, 2012).

Tabel 1 menampilkan spesifikasi sensor yang terdiri dari sudut dalam *viewing angle* horisontal dan vertikal, jumlah *frame* yang dihasilkan setiap detik, jumlah titik dalam citra *skeleton* serta jangkauan jarak yang diperlukan dalam proses *skeleton tracking*.

Tabel 1. Spesifikasi Sensor Kinect (Microsoft Research, 2011).

Komponen	Spesifikasi
Viewing Angle	43° vertikal
	57° horisontal
Frame Rate	30 frame per second
Resolusi Citra Warna	640 x 480 pixel
Resolusi Citra Depth	320 x 240 pixel
Citra Skeleton	20 titik
Skeletal Tracking	1.2 hingga 3.5 meter

Sensor ini telah digunakan untuk mengenali lima gestur dalam pengendalian robot beroda untuk bergerak maju,

mundur, berhenti, belok kanan, dan belok kiri (Broccia dkk, 2011). Pengendalian gerakan robot beroda dengan kamera jenis RGB-D ini untuk membaca perintah gestur dan suara (Fardana dkk, 2013). Interaksi berdasarkan bahasa tubuh secara alamiah antara manusia dan *humanoid social robot* dengan menggunakan sensor yang sama diteliti dalam (Zhang dkk, 2014). Pemanfaatan Kinect untuk mendeteksi gestur tangan menggunakan citra *Depth* diteliti dalam (Fuad, 2014). Tiga dari empat penelitian tersebut menggunakan citra *skeleton* dalam proses pengenalan gestur.

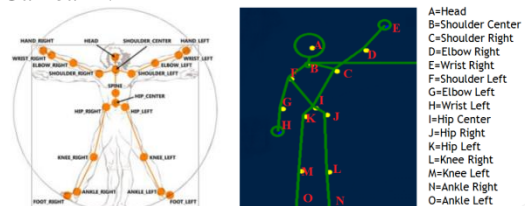
1.2. Citra Skeleton

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini citra *skeleton* dimanfaatkan untuk mendeteksi gestur semaphore. Sensor Kinect menghasilkan tiga citra yaitu RGB, *Depth*, dan *skeleton* sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3. Citra *skeleton* merupakan sekumpulan titik sebagai representasi dari posisi dan orientasi dari pemain setiap saat.



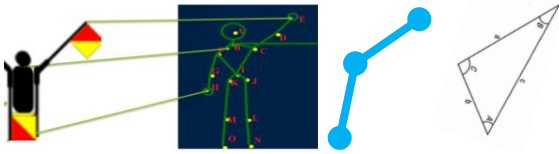
Gambar 3. Citra hasil akuisisi data (Fuad, 2014).

Terdapat 20 titik dalam citra *skeleton* mewakili posisi *joint* dari tubuh manusia. Sejumlah 15 titik ditampilkan dalam proses akuisisi data dari sensor Kinect seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Posisi *joint* dalam citra *skeleton*.

Berdasarkan kesesuaian antara model gestur semaphore dan susunan *joint* dalam citra *skeleton*, seperti ditampilkan pada Gambar 5, penelitian ini fokus pada data dari tiga titik utama. Titik *shoulder center*, *wrist right*, dan *wrist left* sesuai dengan tiga titik dalam model gestur, yaitu posisi pusat bahu, bendera di tangan kanan, dan bendera di tangan kiri. Ketiga titik ini membentuk dua *bone* yang tersusun sebagai sisi-sisi segitiga. Dengan demikian, sudut antar *joint wrist right* dan *wrist left* yang diukur relatif terhadap *joint shoulder center* dapat dihitung dengan memanfaatkan algoritma geometri.



Gambar 5. Tiga joint gestur dan skeleton membentuk segitiga.

1.3. Algoritma Geometri

Dua metode geometri digunakan dalam penelitian ini, yaitu pengukuran panjang bone, dan pengukuran sudut antar joint. Panjang bone menyatakan jarak antar joint skeleton yang dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$d_{2D} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \tag{1}$$

Notasi d_{2D} sebagai panjang bone menyatakan jarak antar joint dalam bidang dua dimensi. Variabel x_1, x_2, y_1, y_2 berisi nilai dari koordinat setiap pasang joint yang terhubung membentuk bone.

Dua bone yang tersusun sebagai sisi-sisi suatu segitiga membentuk sudut antar joint yang besarnya dihitung dengan Persamaan (2).

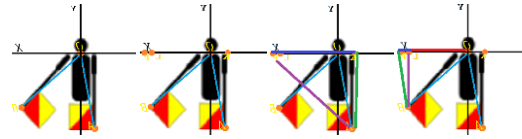
$$\alpha = \arccos \left[\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \right] \tag{2}$$

Simbol α menyatakan besar sudut antar joint. Simbol a mewakili panjang sisi segitiga yang menghadap ke sudut α . Simbol b dan c berturut-turut merepresentasikan panjang sisi segitiga yang mengapit sudut α .

2. Perancangan Sistem

Sistem pengenalan gestur semaphore dengan menggunakan citra skeleton yang diakuisisi dari sensor Kinect membutuhkan data acuan berupa parameter gestur dari model. Peraga semaphore seperti ditampilkan pada Gambar 1 digunakan sebagai model. Sudut α_R tangan kanan, α_L tangan kiri, dan selisih sudut $\alpha_R - \alpha_L$. Parameter ini diperoleh dengan menerapkan algoritma geometri pada model gestur.

Proses diawali dengan menentukan tiga titik utama dari setiap gambar pada peraga model gestur. Ketiga titik utama dalam setiap gambar yaitu *wrist right*, *wrist left*, dan *joint shoulder center*, dihubungkan dengan ruas garis. Panjang ruas garis yang menghubungkan antar joint disebut panjang bone. Nilai ini didapatkan dengan menghitung akar dari jumlahan kuadrat dari selisih sepasang koordinat x dan y dari kedua joint. Cara untuk mendapatkan panjang bone ini, sebagaimana yang ditulis pada Persamaan (1), dikenal dengan Teorema Pitagoras. Kedua ruas garis yang menghubungkan ketiga titik utama ini membentuk sudut yang besarnya dihitung dengan menggunakan Hukum Cosinus dalam Persamaan (2).



Gambar 6. Proses mendapatkan parameter gestur dari model.

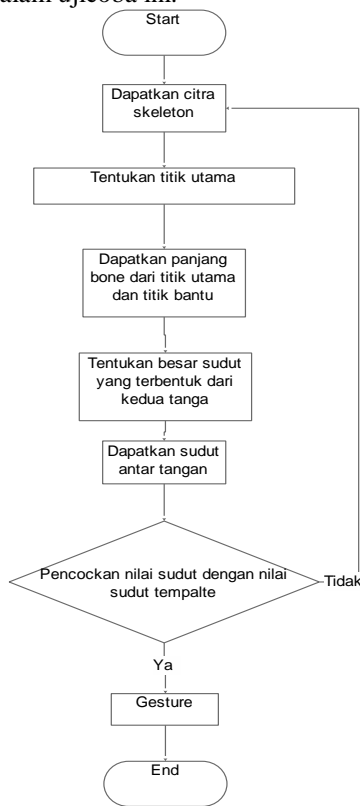
Proses untuk mendapatkan parameter gestur semaphore dari model ditampilkan pada Gambar 6. Hasil pengukuran parameter gestur berupa besaran sudut dalam derajat. Ketiga parameter tersebut terdiri dari sudut α_R tangan kanan, α_L tangan kiri, dan selisih sudut $\alpha_R - \alpha_L$. Parameter ini disimpan sebagai pola contoh (*template*) seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Besaran sudut dari parameter gestur model.

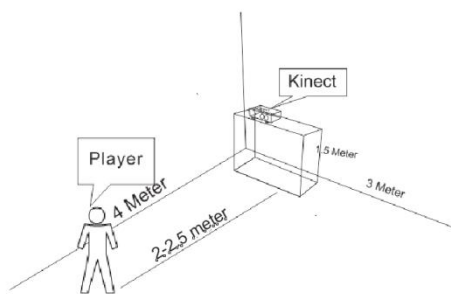
Alphabet	Sudut (derajat)		
	α_R	α_L	$\alpha_R - \alpha_L$
A	320,73	247,60	73,13
B	350,64	250,52	100,12
C	32,44	250,08	217,64
D	62,51	249,02	186,50
E	291,17	149,35	149,35
F	289,01	192,17	96,85
G	294,97	224,03	70,94
H	353,25	294,21	59,04
I	331,93	49,27	275,00
J	60,52	187,99	127,47
K	322,63	109,41	322,63
L	314,28	142,79	171,49
M	317,29	186,65	130,64
N	319,36	225,00	94,36
O	355,01	52,31	302,70
P	357,40	117,70	239,70
Q	351,72	143,68	208,04
R	352,83	190,95	161,88
S	355,03	232,32	122,71
T	35,95	99,64	63,69
U	29,64	155,19	125,55
V	67,26	224,03	156,77
W	134,62	182,34	47,72
X	139,57	219,24	79,66
Y	41,57	188,89	147,33
Z	243,87	185,81	58,06

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan nilai referensi dari setiap gestur huruf alphabet dari Tabel 2, dilakukan pengujian terhadap gestur yang diperagakan oleh pengguna sistem. Algoritma geometri digunakan untuk mendapatkan parameter gestur dari citra *skeleton* pengguna guna dibandingkan dengan parameter dari *template*. Alur proses pengaplikasian algoritma geometri untuk pengenalan gestur semaphore secara *realtime* ditampilkan pada Gambar 7. Ujicoba pada pengguna dilakukan dalam ruangan yang telah ditata sesuai spesifikasi sensor seperti pada Tabel 1. Penataan sensor dalam ruangan ujicoba diilustrasikan pada Gambar 8. Laptop Intel CoreI3 2,3 GHz RAM 2 GB dengan dilengkapi IDE Visual Studio 2010 dan KinectSDK digunakan dalam ujicoba ini.



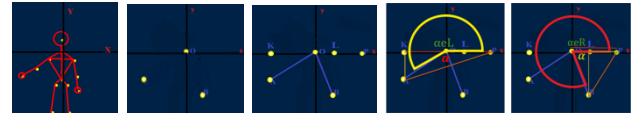
Gambar 7. Proses pengenalan gestur semaphore secara *realtime*.



Gambar 8. Penataan sensor dalam ruangan ujicoba.

Sensor diletakkan pada ketinggian 1,5 m dari permukaan tanah. Pengguna sistem berdiri menghadap

sensor dengan jarak 2 hingga 2,5 m. Ruangan yang digunakan dalam ujicoba memiliki ukuran 3 x 4 m². Visualisasi dari proses mendapatkan parameter gestur dari *skeleton* pengguna ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses mendapatkan parameter gestur dari *skeleton*.

Ujicoba dilakukan terhadap tiga orang pengguna. Setiap pengguna memperagakan gestur setiap huruf alphabet. Hasil percobaan ditampilkan pada Tabel 3. Nilai kecepatan sistem untuk mengenali gestur semaphore untuk huruf alphabet secara *realtime* disajikan dalam satuan detik. Terdapat 8 huruf yang dikenali kurang dari 5 detik, 14 huruf dikenali tepat 5 detik, dan 4 huruf dikenali lebih dari 5 detik. Secara keseluruhan setiap gestur dikenali dalam 5,10 detik.

Tabel 3. Hasil percobaan pengenalan gestur semaphore.

Gestur	Pengguna 1	Pengguna 2	Pengguna 3	Rata-rata
A	6	4	3	4,33
B	5	6	4	5,00
C	7	5	3	5,00
D	5	5	5	5,00
E	4	4	3	3,67
F	6	7	4	5,67
G	5	6	6	5,67
H	8	4	4	5,33
I	5	3	3	3,67
J	3	7	6	5,33
K	6	5	5	5,33
L	7	8	5	6,67
M	4	6	4	4,67
N	6	5	6	5,67
O	4	4	4	4,00
P	7	6	6	6,33
Q	5	4	4	4,33
R	5	5	6	5,33
S	4	6	7	5,67
T	6	8	4	6,00
U	7	9	5	7,00
V	5	3	4	4,00
W	4	5	6	5,00
X	3	9	3	5,00
Y	5	3	4	4,00
Z	6	5	4	5,00
Rata-rata keseluruhan				5,10

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil bahwa gestur semaphore dengan memanfaatkan parameter yang tersimpan dalam citra *skeleton* hasil pembacaan sensor Kinect dapat dikenali dengan menggunakan algoritma geometri. Hasil pengujian menunjukkan kecepatan yang diperoleh cukup signifikan sebesar rata-rata 5,10 detik.

5. Saran

Penelitian ini akan dilanjutkan untuk dapat mengenali kata dan kalimat yang akan diaplikasikan dalam bentuk game. Selain dalam bidang multimedia, penelitian ini dapat juga dikembangkan untuk menghasilkan kemampuan interaksi manusia dengan komputer (*Human-Computer Interaction*) dan lebih khusus lagi dapat mendukung perkembangan dunia robot dalam bidang interaksi manusia dengan robot (*Human-Robot Interaction*).

Acknowledgements

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Multimedia & Network Computing dari Program Studi Teknik Multimedia & Jaringan Komputer (TMJ) Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura. Terutama kepada Kepala Program Studi TMJ dan Kepala Laboratorium atas bimbingan dan bantuan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

Madore, A., (2007). Semaphore Notes, Canada's Naval History, *Canadian War Museum*. diambil pada Senin, 16 Maret 2015 dari situs <http://www.warmuseum.ca/cwm/exhibitions/navy/home-e.aspx>.

- Signal Corps United States Army 1910 (2013). *Visual Signaling* (Ebook #43515). War Department Office of The Chief Signal Officer.
- Seton, E. T. Chief Scout. (2012). Chapter IV. Tracks, Trailing and Signaling. In William D. Murray, George D. Pratt, A. A. Jameson (Ed. Board), *Boy Scouts Handbook, the first edition 1911*. New York: Dover Publications, Inc.
- Rudi Setiawan. (2014). SMS (Sandi, Morse, Semaphore). Diakses pada Selasa, 17 Maret 2015 dari situs <https://scoutgrafika.wordpress.com/2014/10/09/materi-kepramukaan-sms-sandi-morse-semaphore/>.
- Oki Helfiska. (2012). Isyarat Semaphore. Diakses pada Selasa, 17 Maret 2015 dari <http://www.tunas-kelapa.net/isyarat-semaphore.htm>.
- Gunawan Sr. (2011). Download Aplikasi Semaphore. Diakses pada Selasa, 17 Maret 2015 dari <http://materi-pramuka-indonesia.blogspot.com/2013/02/download-aplikasi-semaphore-tips-cara.html>.
- Imbar Kuncoro.. (2011). Pengirim Semaphore. Diakses pada Selasa, 17 Maret 2015 dari http://www.pramukanet.org/index.php?option=com_content&task=view&id=477.
- Abijit Jana. (2012). Kinect for Windows SDK Programming Guide. Birmingham: Packt Publishing
- Broccia, G., Livesu, M., Scateni, R. (2011). Gestural Interaction for Robot Motion Control. Eurographics Italian Chapter Conference. Eurographics Association.
- Fardana, A.R., Jain, S., Jovancevic, I., Suri, Y., Morand, C., Robertson, N.M. (2013). Controlling a Mobile Robot with Natural Commands based on Voice and Gesture.
- Zhang, Z., Xiao, Y., Beck, A., Yuan, J., Thalmann, D. (2014). Human-Robot Interaction by Understanding Upper Body Gestures.
- Fuad, M. (2014). Pengembangan Deteksi Gestur Tangan Berbasis Citra *Depth* Menggunakan Pencocokan Fitur. Seminar Nasional Ilmu Komputer. Universitas Gadjah Mada.
- Microsoft Research. (2011). Kinect for Windows SDK Beta Programming Guide.