

IMPLEMENTASI KINECT SKELETON TRACKING UNTUK MENGHITUNG LUAS GERAK SENDI BAHU MENGGUNAKAN METODE INTERSEKSI JOINT

Yogiswara ST.MT¹, Beni Widiawan S.ST, MT², I Putu Dody Lesmana ST, MT³

(1) Politeknik Negeri Jember, (Contact : 081249735955, yogipoltek@gmail.com)

(2) Politeknik Negeri Jember, (Contact : 081336285687, beniw2014@gmail.com)

(3) Politeknik Negeri Jember, (Contact : 081250003479, dody_lesmana@polije.ac.id)

Abstrak

Comprehensive calculation of motion is a clinical method for the examination of motion in the therapeutic intervention for patients with frozen shoulder. Application of Kinect in the field of virtual rehabilitation for patients with frozen shoulder provide an alternative way for people with frozen shoulder to monitor the development of extensive motion independently without the help of physiotherapy. In this study, the authors tried to implement a comprehensive measurement of motion of the shoulder joint using Kinect using joint intersection of the data skeleton tracking. Comprehensive measurement of motion performed on eight motions of the shoulder joint in the position of making static images are frontal and sagittal. The survey results revealed that the joint angle measurements of the shoulder joint in the frontal plane is better than joint angle measurements in the plane of the shoulder joint sagittal

Key word : LGS, Kinect, depth image, data skeleton, interseksi joint, ICC

1. Pendahuluan

Luas gerak sendi (LGS) merupakan teknik dasar untuk memulai suatu gerakan dan dapat digunakan sebagai pemeriksaan gerak dalam intervensi terapi bagi penderita frozen shoulder. LGS sangat diperlukan pada saat menyelesaikan aktifitas fungsional [1]. LGS normal pada setiap individu berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh struktur tulang, perkembangan otot, lemak tubuh, integritas ligament, jenis kelamin, dan usia. LGS pada setiap gerakan sendi memiliki nilai standar yang berbeda seperti LGS untuk sendi bahu memiliki nilai standar 0-180° untuk gerak fleksi, 0-45° untuk gerak ekstensi, 0-180° untuk gerak abduksi, 0-45° untuk gerak adduksi, 0-135° untuk abduksi horizontal, 0-90° untuk eksorotasi, dan 0-80° untuk endorotasi [2]. Untuk mengukur LGS secara klinis pada penderita frozen shoulder biasanya digunakan goniometer.

Pada penderita frozen shoulder, latihan penguatan sendi merupakan terapi utama untuk meningkatkan kemampuan LGS, dimana tingkatan latihan penguatan sendi juga berbeda-beda antara penderita frozen shoulder satu dengan lainnya dimana hal ini menyesuaikan kemampuan LGS. Untuk mengetahui kemampuan LGS diperlukan untuk mengukur sudut joint pada sendi bahu. Pengukuran LGS menggunakan goniometer membutuhkan bantuan fisioterapi yang biasanya dilakukan di unit rehabilitasi medik rumah sakit. Karena pengukuran LGS bagi penderita frozen shoulder umumnya masih dilakukan dengan bantuan fisioterapi, maka pengembangan pengukuran LGS secara mandiri sangat dibutuhkan sehingga penderita frozen shoulder dapat memonitor secara langsung perkembangan LGS secara berkala dari latihan terapi yang dilakukan dan

dapat menjadi acuan bagi dokter rehabilitasi medik untuk menentukan beban latihan terapi berikutnya dan mengetahui hasil pengobatan yang telah diberikan.

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan Kinect yang semula merupakan kontroler permainan XBOX yang dibuat oleh Microsoft untuk pengembangan rehabilitasi mandiri virtual dengan biaya murah telah menarik perhatian beberapa peneliti [3-5]. Sejak diluncurkan tahun 2010, Kinect telah menjadi salah satu sensor permainan yang banyak dikembangkan untuk rehabilitasi virtual. Dalam penelitian yang dilakukan ini, Kinect diimplementasikan untuk menghitung LGS dari sudut joint sendi bahu sebagai langkah awal dalam membentuk aplikasi rehabilitasi virtual bagi penderita frozen shoulder. Untuk menggunakan Kinect dibutuhkan pustaka Kinect Software Development Kit (SDK) yang disediakan oleh Microsoft, dimana salah satu fitur dari Kinect SDK adalah menyediakan kemampuan *motion capture* menggunakan pemrosesan *depth image* dan *skeleton tracking*. Untuk menghitung sudut joint pada kedua sendi bahu manusia dibutuhkan tiga tahapan, yaitu (1) pemrosesan *raw depth image*, (2) *skeleton tracking*, dan (3) perhitungan sudut dari data skeleton

2. Metodologi

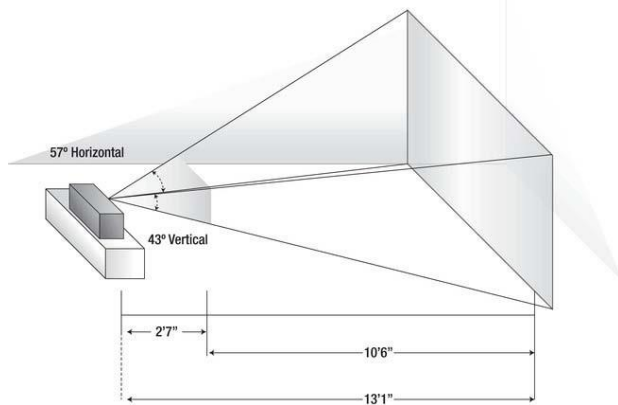
A. Konfigurasi Kinect

Sudut pandang Kinect terbatas seperti ditunjukkan Gambar 1 dimana jarak normal untuk mendapatkan kedalaman citra adalah 2.5 feet sampai dengan 13 feet. Tetapi dalam percobaan yang telah dilakukan untuk pengambilan kedalaman citra yang terbaik, posisi antara Kinect dengan obyek manusia terletak antara jarak 3 feet sampai dengan 12 feet. Pengambilan data sudut joint pada sendi bahu dilakukan pada posisi obyek manusia secara frontal dan sagittal dengan berdiri berdiri

menghadap Kinect pada jangkauan jarak yang telah ditentukan dalam percobaan ini.

B. Pemrosesan Depth Image

Dari Gambar 1 diketahui bahwa sudut pandang Kinect membentuk piramid dimana obyek yang berada jauh dari kamera memiliki sisi yang lebih luas daripada obyek yang berada dekat dengan kamera,



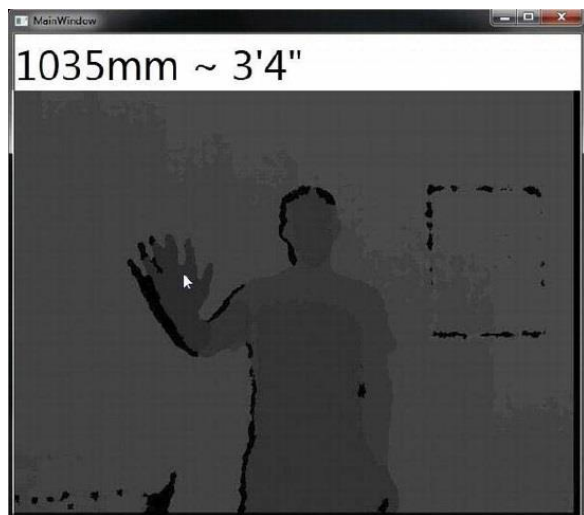
Gambar 1. Sudut pandang Kinect

dimana ukuran dimensi piksel (panjang x lebar) citra tidak berkaitan dengan lokasi secara fisik. Ukuran piksel pada setiap frame kedalaman citra (*BytesPerPixel*) adalah 16 bit, dimana bit ke-0 sampai dengan bit ke-2 menunjukkan indeks pemain (*player index*) dan bit ke-3 sampai dengan bit ke-15 menunjukkan kedalaman citra (*depth bits*) seperti ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2. Susunan bit dari depth image

Hasil pemrosesan *depth image* dari Gambar 2 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil pemrosesan *depth image*

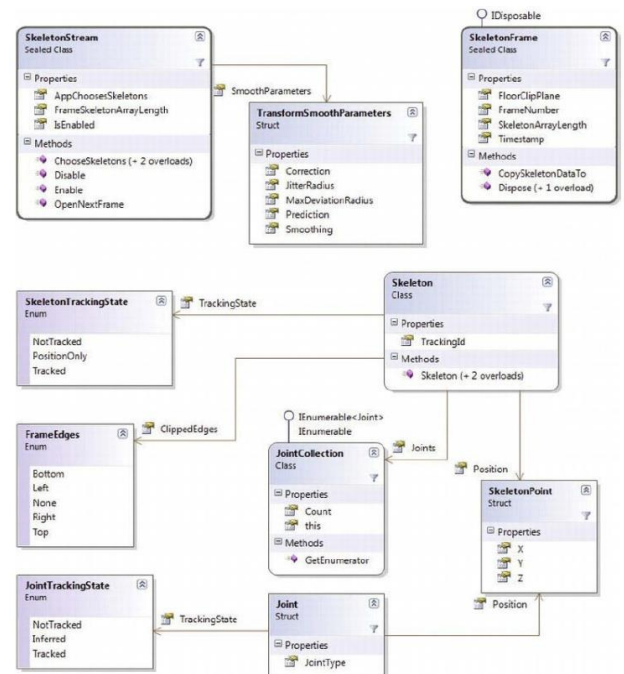
Untuk menghasilkan tingkat kedalaman citra yang lebih baik dari Gambar 3 maka dilakukan manipulasi tingkat keabuan piksel yang merubah dari 16 bit level keabuan menjadi 32 bit level keabuan seperti ditunjukkan Gambar 4b. Tingkat kedalaman citra dapat juga ditunjukkan menggunakan *color depth* seperti ditunjukkan Gambar 4c.



Gambar 4. Perbaikan tingkat *depth image*: (a) kedalaman citra asli, (b) perbaikan tingkat keabuan, (c) pemberian *color depth* pada aras keabuan

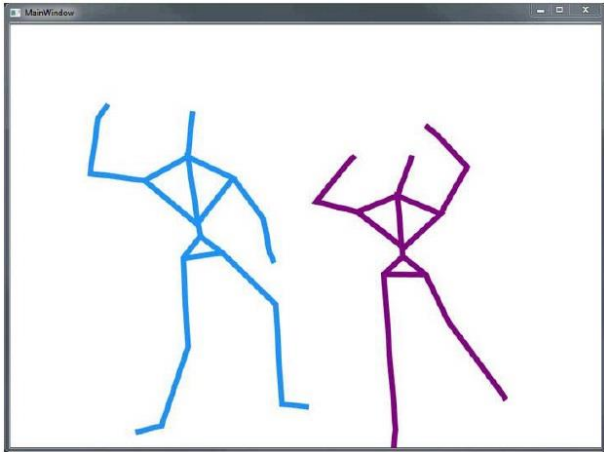
C. Skeleton Tracking

Untuk dapat menghitung sudut joint sendi bahu diperlukan untuk mengubah nilai raw depth image menjadi data vector X, Y, Z per skeleton joint menggunakan proses *skeleton tracking*. Data *depth image stream* akan dikonversi ke data *skeleton stream* menggunakan fungsi *SkeletonFrameReady*, dimana setiap frame yang dihasilkan oleh *SkeletonStream* akan menghasilkan data obyek skeleton. Setiap obyek skeleton berisi informasi lokasi/posisi dan joint dari skeleton. Relasi dari setiap kelas yang digunakan dalam proses *skeleton tracking* ditunjukkan pada Gambar 5.

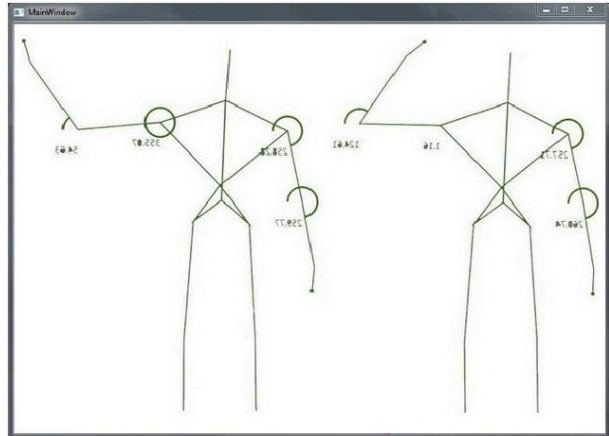


Gambar 5. Model dari data obyek skeleton

Hasil dari proses *skeleton tracking* pada dua obyek manusia menggunakan Kinect ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Data skeleton yang dihasilkan dari konversi nilai raw depth image



Gambar 8. Hasil perhitungan sudut pada data skeleton joint sendi bahu

D. Perhitungan Sudut Joint Sendi Bahu Dari Data Skeleton

Sudut antar joint dapat diketahui dengan menggunakan hubungan interseksi antara joint pada bidang plane yang sama (X dan Y). Dari data skeleton tracking, kita dapat menggambar segitiga menggunakan dua koordinat joint, dimana dari hal ini bisa didapatkan panjang dari masing-masing sendi yang membentuk interseksi. Untuk mendapatkan sudut antar interseksi joint dapat diterapkan hukum cosinus yang menyatakan $c^2 = a^2 + b^2 - 2 a.b.\cos C$, dimana C merupakan sudut yang terletak pada interseksi antara a dan b. Sudut C dapat diperoleh dengan menggunakan rumus $C = \cos^{-1}((a^2 + b^2 - c^2) / 2a.b)$. Gambar 7 menunjukkan contoh perhitungan sudut dari skeleton data pada pose tangan bicep yang terbentuk dari tiga joint: wrist, elbow, dan shoulder. Terdapat dua cara untuk menghitung joint triangulation. Pertama, menggunakan tiga joint untuk menyusun tiga poin dari segitiga seperti ditunjukkan Gambar 7. Sedangkan cara yang kedua hanya menggunakan dua joint perhitungan untuk mendapatkan poin yang ketiga. Pemilihan kedua metode tersebut tergantung dari tingkat kompleksitas pose yang didapat. Hasil pengukuran sudut joint yang ingin didapatkan dari pengukuran pada sendi bahu ditunjukkan pada Gambar 8.

3. Pembahasan

Hasil pengukuran sudut joint sendi bahu pada posisi frontal dan sagittal plane dengan menggunakan Kinect ditunjukkan pada Tabel I dimana untuk mengukur reliabilitas pengukuran dari Kinect dihitung *intra class correlation coefficient* (ICC) dengan skala 0-1. ICC menunjukkan perbandingan antara variasi yang diakibatkan atribut yang diukur dengan variasi pengukuran secara keseluruhan. Kriteria ICC menurut [6]: $ICC < 0.4$ berarti reliabilitas rendah, $0.40 \leq ICC \leq 0.59$ berarti reliabilitas cukup, $0.60 \leq ICC \leq 0.74$ berarti reliabilitas baik, dan $0.75 \leq ICC \leq 1.00$ berarti reliabilitas sangat baik

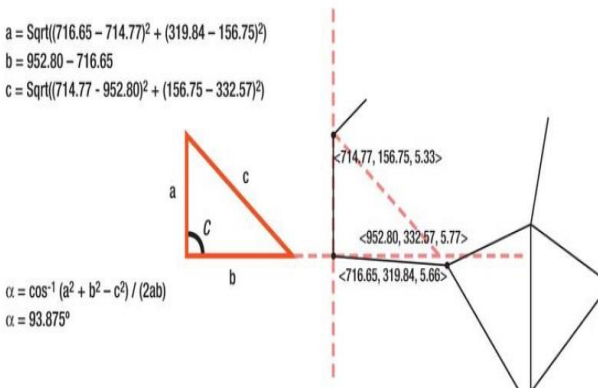
Tabel 1. ICC Kinect pengukuran sudut Joint Sendi Bahu

Pose Gerakan	ICC
Abduksi 90° (frontal)	0.76
Rotasi eksternal 0° (frontal)	0.98
Fleksi 90° (frontal)	0.85
Fleksi maks (frontal)	0.95
Rotasi eksternal 90° (sagittal)	0.24
Rotasi internal 90° (sagittal)	0.79
Fleksi 90° (sagittal)	0.84
Fleksi maks (sagittal)	0.37

Dari 8 pose pengukuran joint sendi bahu pada Tabel I menggunakan metode interseksi joint dapat diketahui bahwa reliabilitas Kinect bernilai rendah pada pengukuran gerakan rotasi eksternal 90° dan fleksi maksimum pada bidang sagittal. Sedangkan reliabilitas pengukuran sudut joint sendi bahu Kinect pada bidang frontal menunjukkan nilai ICC yang baik

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan Kinect mampu mengukur dengan baik LGS sendi bahu pada bidang frontal, sedangkan pada bidang sagittal tidak semua hasil pengukuran LGS menghasilkan hasil yang baik. Hal ini menunjukkan pengukuran LGS dengan menggunakan interseksi joint pada data skeleton Kinect baik untuk diterapkan pada rehabilitasi mandiri



Gambar 7. Perhitungan sudut antara dua joint

untuk penderita frozen shoulder dengan memperhatikan beberapa kekurangan yang ada

5. Ucapan terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas pendanaan kegiatan penelitian ini pada program penelitian hibah bersaing dengan nomor kontrak 394/PL17.4/PL/2016

Daftar Pustaka

- [1] Kisner, C., & Colby, L. A. (2012). Therapeutic exercise: foundations and techniques. FA Davis.
- [2] Russe, O. A. (1975). International SFTR method of measuring and recording joint motion. Bern: H. Huber;[Chicago].
- [3] Golomb, M. R., McDonald, B. C., Warden, S. J., Yonkman, J., Saykin, A. J., Shirley, B., Huber, M., Rabin, B., AbdelBaky, M., Nwosu, M. E., Barkat-Masih, M., & Burdea, G. C.(2010). In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy. Archives of physical medicine and rehabilitation, 91(1), 1-8.
- [4] Pompeu, J. E., Arduini, L. A., Botelho, A. R., Fonseca, M. B. F., Pompeu, S. A. A., Torriani-Pasin, C., & Deutsch, J. E. (2014). Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures!™ for people with Parkinson's disease: a pilot study. Physiotherapy, 100(2), 162-168.
- [5] Shotton, J., Sharp, T., Kipman, A., Fitzgibbon, A., Finocchio, M., Blake, A., & Moore, R. (2013). Real-time