



Reliabilitas Microsoft Kinect Untuk Pengukuran Sudut Joint Sendi Bahu Pada Posisi Frontal Dan Sagittal Plane

Beni Widiawan¹, Yogiswara², I Putu Dody Lesmana³

^{1,2,3}Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember
Jalan Mastrip 164 Jember 68101

¹beniw2014@gmail.com, ²yogipoltek@gmail.com, ³dody_lesmana@polije.ac.id

Abstract

Rehabilitasi mandiri dengan konsep virtual memiliki beberapa kelebihan sebagai pelengkap rehabilitasi yang dilakukan di fasilitas kesehatan seperti Rumah Sakit. Dengan rehabilitasi mandiri dengan konsep virtual memungkinkan terapi latihan yang adaptif sesuai dengan kondisi perkembangan penderita, dapat dilakukan monitoring secara terus-menerus, meningkatkan kepatuhan penderita terhadap latihan yang dijalankan melalui konsep rehabilitasi yang menyenangkan, dan menyediakan umpan balik secara real-time terhadap perkembangan rehabilitasi. Microsoft Kinect merupakan salah satu media motion capture 3D berbiaya murah yang dapat digunakan untuk mengembangkan rehabilitasi mandiri virtual untuk penderita frozen shoulder yang mengalami masalah kekakuan otot pada sendi bahu. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian reliabilitas Microsoft Kinect untuk pengukuran sudut sendi bahu bagian atas (*upper extremity*) pada rehabilitasi frozen shoulder. Dari hasil penelitian terhadap pengukuran sudut joint dari delapan pose sendi bahu pada arah frontal dan sagittal plane didapatkan bahwa reliabilitas Microsoft Kinect bernilai baik jika dilihat dari perbedaan mean yang cukup kecil dari hasil pengukuran goniometer, kecuali posisi fleksi 90° frontal dan fleksi maksimum sagittal.

Keywords— Microsoft Kinect, rehabilitasi virtual, reliabilitas, frontal, sagittal, joint

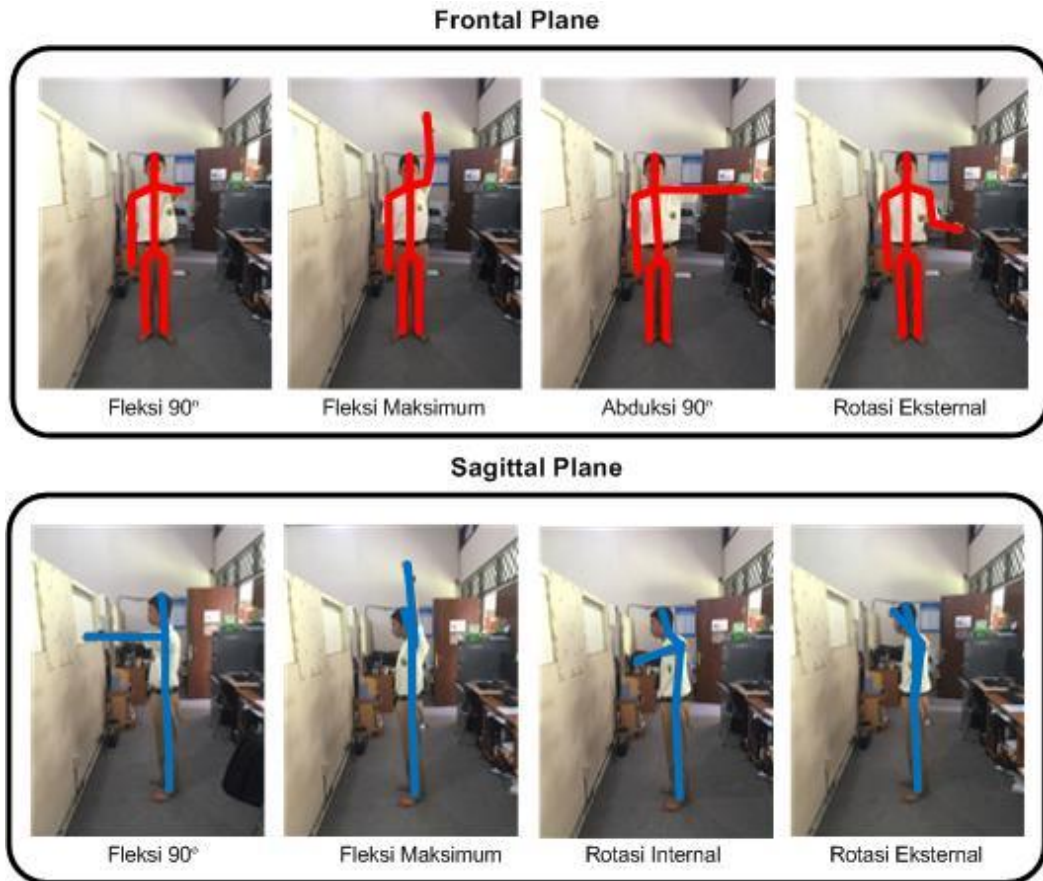
I. PENDAHULUAN

Pengembangan rehabilitasi mandiri secara virtual khususnya bagi penderita frozen shoulder mendatangkan beberapa keuntungan sebagai pelengkap rehabilitasi yang dilakukan di fasilitas kesehatan seperti Rumah Sakit. Pengukuran sendi bahu pada penderita frozen shoulder merupakan hal utama untuk memberikan bentuk rehabilitasi lanjutan dan mengevaluasi hasil pengobatan yang telah diberikan. Rehabilitasi mandiri bagi penderita frozen shoulder pada umumnya mengalami beberapa kendala sehingga tidak dapat berjalan secara efektif bila dibandingkan dengan rehabilitasi penderita frozen shoulder di Rumah Sakit. Penderita frozen shoulder cenderung untuk patuh terhadap perlakuan rehabilitasi ketika di bawah pengawasan petugas medis, tetapi sering tidak melakukan gerakan rehabilitasi yang benar ketika dilakukan secara mandiri. Selain itu, biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan kontrol bagi penderita frozen shoulder relative mahal karena membutuhkan hasil foto rontgen untuk mengukur dan mengevaluasi sendi bahu. Dengan menerapkan rehabilitasi mandiri secara virtual dapat meningkatkan motivasi dan kepatuhan untuk melakukan latihan rehabilitasi secara mandiri khususnya bagi penderita frozen shoulder, dapat

mengetahui dan mengukur perkembangan rehabilitasi sendi bahu, dapat memilih bentuk rehabilitasi sesuai dengan tingkatan penyembuhan sendi bahu, dan dapat mengetahui kondisi sendi bahu dari umpan balik pengukuran dan evaluasi sudut sendi bahu.

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan Microsoft Kinect untuk pengembangan rehabilitasi mandiri virtual dengan biaya murah telah menarik perhatian beberapa peneliti [1-3]. Sejak diluncurkan tahun 2010, Microsoft Kinect telah menjadi salah satu sensor permainan yang banyak dikembangkan untuk rehabilitasi virtual.

Karena pada awalnya Microsoft Kinect hanya dikembangkan sebagai media motion capture 3D bagi pendukung permainan XBOX, maka penggunaan Microsoft Kinect untuk kepentingan medis kedokteran perlu dilakukan pengkajian lanjut untuk mengetahui kemampuan dan kekurangan yang dimiliki oleh Microsoft Kinect [4]. Dalam penelitian yang dilakukan ini dilakukan pengukuran reliabilitas Microsoft Kinect terhadap sudut sendi bahu hasil dari proses skeleton tracking. Hasil pengukuran sendi bahu menggunakan Microsoft Kinect akan dibandingkan dengan hasil pengukuran manual menggunakan goniometer pada



Gambar 1 Delapan posisi pengukuran sendi bahu dalam bentuk skeleton menggunakan Microsoft Kinect

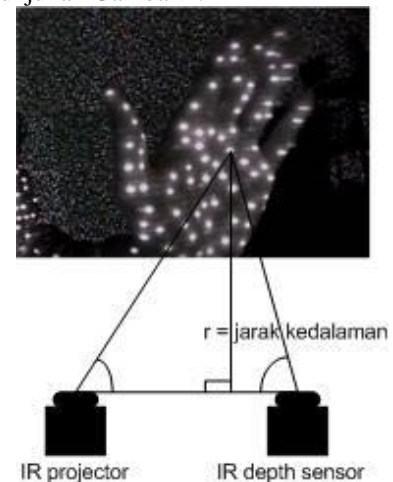
pada posisi frontal dan sagittal plane dari beberapa gerakan sendi bahu seperti abduksi, rotasi eksternal, dan fleksi yang kemudian dihitung perbedaan mean rata-ratanya dari hasil percobaan yang telah dilakukan.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini melibatkan sepuluh subyek penelitian yang terdiri dari empat pria dan enam wanita sehat tanpa kelainan frozen shoulder. Setiap subyek penelitian mengikuti delapan gerakan latihan dengan posisi diam berdiri yang diarahkan oleh fisioterapis RSD dr. Soebandi Jember seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Separuh subyek penelitian melakukan gerakan sendi bahu bagian kanan tangan dan sisanya melakukan gerakan sendi bahu untuk posisi bagian kiri tangan. Masing-masing gerakan diulang sebanyak dua kali sehingga didapatkan 16 pose sendi bahu. Data skeleton untuk setiap pose didapatkan bersama-sama melalui pengukuran *joint* menggunakan Microsoft Kinect dan secara manual menggunakan goniometer.

Untuk mendapatkan data skeleton membutuhkan dua tahapan, yaitu pengambilan citra kedalaman dan skeleton tracking dari citra kedalaman. Untuk mendapatkan citra

kedalaman (*depth image*) dari suatu obyek menggunakan Microsoft Kinect, digunakan kombinasi antara IR projector sebagai transmitter sinar infrared dan IR depth sensor sebagai penangkap marker titik dari IR projector seperti ditunjukkan Gambar 2.

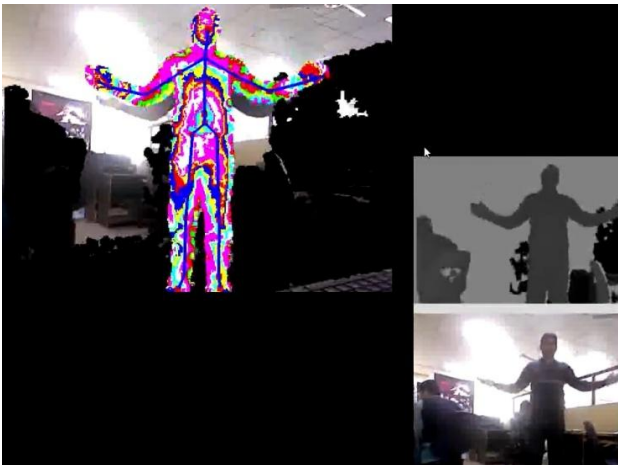


Gambar 2 Ilustrasi perhitungan kedalaman citra menggunakan Microsoft Kinect

Pada umumnya citra kedalaman akan menghasilkan perubahan intensitas warna dimana perubahannya sesuai dengan jarak antara Microsoft Kinect dengan obyek. Semakin dekat obyek dengan Microsoft Kinect maka akan berwarna putih atau lebih terang, sedangkan semakin jauh akan semakin lebih gelap seperti ditunjukkan Gambar 3a. Untuk menghasilkan tingkat kedalaman citra yang lebih baik dari Gambar 3a sehingga nantinya akan mempermudah pengukuran obyek (lebar dan tinggi obyek) maka dilakukan manipulasi tingkat keabuan piksel yang merubah dari 16 bit level keabuan menjadi 32 bit level keabuan seperti ditunjukkan Gambar 3b. Tingkat kedalaman citra dapat juga ditunjukkan menggunakan *color depth* seperti ditunjukkan Gambar 3c.



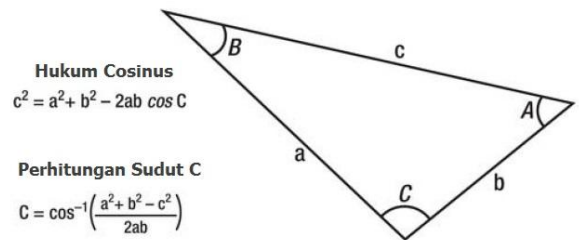
Gambar 3 Perbaikan tingkat kedalaman citra: (a) kedalaman citra asli, (b) perbaikan tingkat keabuan, (c) pemberian *color depth* pada aras keabuan



Gambar 4 Hasil *skeleton tracking* dari pengolahan data citra kedalaman

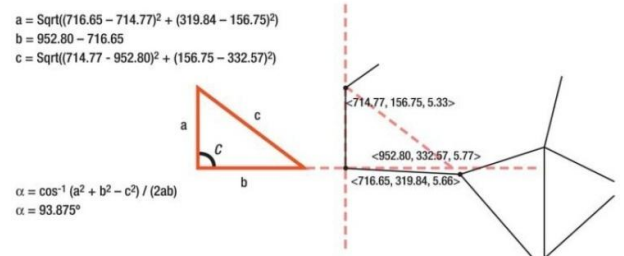
Dari data citra kedalaman yang telah diperoleh kemudian dilakukan konversi menjadi data skeleton melalui proses *skeleton tracking* seperti ditunjukkan Gambar 4. Tujuan dari tahap ini adalah mendapatkan dan menggambar skeleton obyek yang diperoleh dari citra kedalaman ke dalam bidang display Microsoft Kinect. Setiap obyek skeleton berisi informasi lokasi/posisi dan *joint* (sambungan antar sendi) sendi bahu dari skeleton. Microsoft Kinect dapat mendeteksi 20 *joint* dimana setiap *joint* memiliki koordinat (X, Y, Z). 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 $C = \cos^{-1}((a^2 + b^2 - c^2) / 2a.b)$ seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

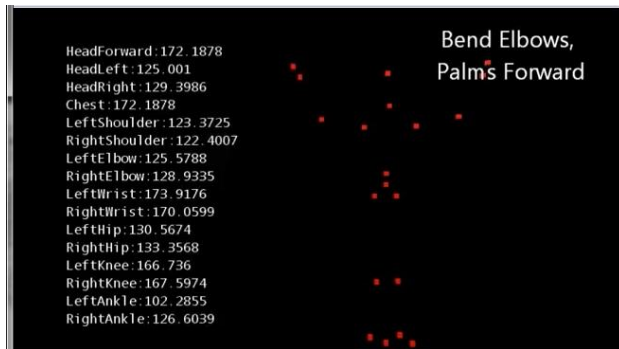


Gambar 5 Hukum cosinus untuk mendapatkan sudut antar sambungan dua sendi

Pada Gambar 6 menunjukkan contoh perhitungan sudut dari *skeleton data* pada pose tangan bicep yang terbentuk dari tiga *joint*: pergelangan tangan (*wrist*), siku (*elbow*), dan bahu (*shoulder*). Terdapat dua cara untuk menghitung *joint triangulation*. Pertama, menggunakan tiga *joint* untuk menyusun tiga poin dari segitiga seperti ditunjukkan Gambar 6. 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 Kinect menggunakan teknik interseksi antar *joint* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6 Perhitungan sudut antara dua *joint*



Gambar 7 Contoh perhitungan sudut pada pose gerakan fleksi

III. HASIL PENELITIAN

Hasil pengukuran sudut *joint* sendi bahu pada posisi frontal dan sagittal plane dengan menggunakan Microsoft Kinect ditunjukkan pada Tabel I dimana untuk mengukur reliabilitas pengukuran dari Microsoft Kinect dihitung *intra class correlation coefficient* (ICC) pada setiap pose pada Gambar 1 dan hasilnya dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan menggunakan goniometri.

TABEL XI
RELIABILITAS MICROSOFT KINECT UNTUK PENGUKURAN SUDUT JOINT SENDI BAHU

Pose Gerakan	ICC	Perbedaan Mean dari Pengukuran Goniometer
Abduksi 90° (frontal)	0.76	1.4
Rotasi eksternal 0° (frontal)	0.98	-2.5
Fleksi 90° (frontal)	0.85	17.8
Fleksi maks (frontal)	0.95	10.4
Rotasi eksternal 90° (sagittal)	0.24	5.3
Rotasi internal 90° (sagittal)	0.79	-2.1
Fleksi 90° (sagittal)	0.84	6.7
Fleksi maks (sagittal)	0.37	16

Dari Tabel I dapat diketahui bahwa reliabilitas pengukuran sudut bahu pada posisi frontal plane menggunakan Microsoft Kinect bernilai baik dimana hal ini ditunjukkan dari nilai ICC yang tinggi. Tetapi reliabilitas Microsoft Kinect menurun ketika dilakukan pengukuran fleksi 90° pada posisi frontal dimana perbedaan mean dengan goniometer begitu tinggi. Sedangkan pada pengukuran sudut sendi bahu dengan Microsoft Kinect pada posisi sagittal plane memberikan hasil yang kurang baik kecuali pada pengukuran fleksi 90°.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, pengukuran sudut *joint* sendi bahu menggunakan Microsoft Kinect memiliki

reliabilitas yang baik pada posisi frontal tetapi reliabilitasnya menurun jika digunakan pengukuran sudut *joint* sendi bahu pada posisi sagittal.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Shotton, J., Sharp, T., Kipman, A., Fitzgibbon, A., Finocchio, M., Blake, A., & Moore, R. (2013). Real-time human pose recognition in parts from single depth images. Communications of the ACM, 56(1), 116-124.
- [4] Mobini, A., Behzadipour, S., & Saadat Foumani, M. (2014). Accuracy of Kinect's skeleton tracking for upper body rehabilitation applications. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 9(4), 344-352.