

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan mengenai teori-teori dasar yang digunakan pada penelitian “Deteksi *Hand Gestures* Pada *Ground Marshall* Menggunakan Metode *HMM* Dalam Proses Parkir Pesawat”.

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada tahun 2012; Gu, melakukan penelitian dengan mengimplementasikan sistem pengenalan gerakan waktu yang tidak mengganggu, menggunakan sensor kedalaman. Fitur terkait diperoleh dari model kerangka manusia yang dihasilkan oleh sensor Kinect. *Hidden Markov Model* (HMMs) digunakan untuk memodelkan dinamika gerakan. Penelitian ini melakukan percobaan yang efisien untuk memeriksa keakuratan dan ketahanan sistem. Eksperimen online juga dilakukan untuk memverifikasi persyaratan waktu-nyata. Hasil akhir menunjukkan bahwa akurasi pengenalan rata-rata adalah sekitar 85% untuk subjek yang menyediakan data pelatihan dan 73% untuk subjek lain yang tidak. Sistem ini juga digunakan untuk berinteraksi dengan robot seluler melalui gerakan. Aplikasi ini menunjukkan bahwa itu kuat untuk bekerja secara *real-time*. (Gu, 2012)

Pada tahun 2013; Song, melakukan penelitian pendekatan algoritma pengenalan gerakan untuk mensegmentasikan gerakan dari aliran data *real-time*, dan akhirnya dicapai untuk mengenali gerakan tubuh penuh yang telah ditentukan sebelumnya dalam waktu nyata. Metode yang diusulkan ini memberikan tingkat pengakuan tinggi 94,36%, yang menunjukkan kemampuan metode baru. (Song, 2013)

Pada tahun 2014; Mahapatra, melakukan penelitian untuk mendeteksi objek *foreground*. Metode yang digunakan menggunakan lima fase dasar; pemodelan *background* dan deteksi objek *foreground*, ekstraksi fitur, perhitungan vektor fitur teragregasi, kuantisasi vektor, dan pengenalan menggunakan *Hidden Markov Model*. (Mahapatra, 2014)

Pada tahun 2014; Nava, melakukan penelitian dengan mengambil pendekatan tanpa pengawasan berdasarkan *K-means* untuk kegiatan pengelompokan, dan *Hidden Markov Model* (HMM) untuk mengenali kegiatan yang ditangkap dengan fitur pelacakan kerangka Microsoft Kinect. Pada penelitian ini juga menunjukkan bagaimana jumlah cluster mempengaruhi kinerja HMM, dan bahwa setelah mencapai sejumlah *cluster*, kinerja model HMM untuk mengenali aktivitas tidak meningkat lagi. (Nava, 2014)

Pada tahun 2014; Tech, melakukan penelitian dengan mengusulkan dan mengimplementasikan metode canggih untuk mengontrol robot seluler secara *real-time* menggunakan penyesuaian singkat suara tepuk tangan dan perintah gerakan tangan dari sensor Microsoft Kinect yang terhubung ke laptop / PC dan robot seluler dihubungkan melalui tautan RF. Perangkat keras komersial didasarkan pada kode *Microcontroller*. Untuk menghindari gerakan yang tidak perlu dari robot dengan membedakan gerakan oleh orang-orang yang berbeda pekerjaan ini memanfaatkan suara tepuk tangan untuk mengaktifkan mode pelacakan gerakan untuk memindahkan robot dan menonaktifkan mode pelacakan gerakan setelah terakhir kali menghentikan robot. Untuk menggerakkan robot nirkabel kontrol disajikan menggunakan gerakan tangan dari sensor Kinect, dengan menggunakan 5 gerakan tangan (BERHENTI, MAJU, KANAN, KIRI dan KEMBALI). Sinyal suara tepuk dan sinyal kontrol untuk menghasilkan gerakan berbeda dikembangkan menggunakan program MATLAB. Sinyal-sinyal ini kemudian diteruskan ke robot untuk memindahkannya ke arah yang ditentukan. (M.Tech, 2014)

Pada tahun 2015; Siddiqui, melakukan penelitian untuk memperkenalkan tiga gerakan yaitu akselerasi, belok kanan dan belok kiri dan berikan jejak kerangka mereka melalui Kinect. Kumpulan data yang dikumpulkan kemudian dinormalisasi dan dilatih untuk mengumpulkan pustaka pose menggunakan algoritma berbasis HMM. Penelitian ini mengevaluasi pendekatan pada set data dari 228 video. Setelah validasi silang, hasil eksperimen menunjukkan bahwa keakuratan 81,13% dicapai untuk pose yang didiskritisasi. (Siddiqui, 2015)

Pada tahun 2015; Yang, melakukan penelitian menggunakan WHMM dengan memberikan sampel tanda masing-masing dengan bobot yang berbeda. Untuk sampel tanda dengan variasi besar, berat sampel sesuai besar. Selain itu, penelitian ini menggunakan Kinect untuk menghasilkan fitur tanda yang kuat untuk meningkatkan tingkat pengakuan. Sistem kami dievaluasi pada satu set data bahasa isyarat Cina dari 156 kata isyarat terisolasi. Hasil eksperimen menunjukkan metode yang digunakan mengungguli metode lain dengan tingkat pengakuan tinggi 94,74%. (Yang, 2015)

Pada tahun 2015; Chen, melakukan penelitian dengan mengembangkan sistem pengenalan gerakan tangan dinamis (HGR) berbasis Kinect yang *realtime* yang berisi pelacakan tangan, pemrosesan data, pelatihan model, dan klasifikasi gerakan diusulkan. Pada tahap pertama, dua keadaan tangan yang dilakukan termasuk terbuka dan tertutup digunakan untuk mencapai bercak isyarat dan lintasan gerak 3D isyarat ditangkap oleh sensor Kinect. Selanjutnya, orientasi gerak diekstraksi sebagai fitur unik dan *Support Vector Machine* (SVM) digunakan sebagai algoritma pengenalan dalam sistem yang diusulkan. Hasil percobaan yang dilakukan dalam basis data yang berisi 10 angka Arab dari 0 hingga 9 dan 26 karakter alfabet menunjukkan efisiensi dengan tingkat pengakuan rata-rata 95,42% dan kinerja *tim-real-time* dari metode yang digunakan. (Chen, 2015)

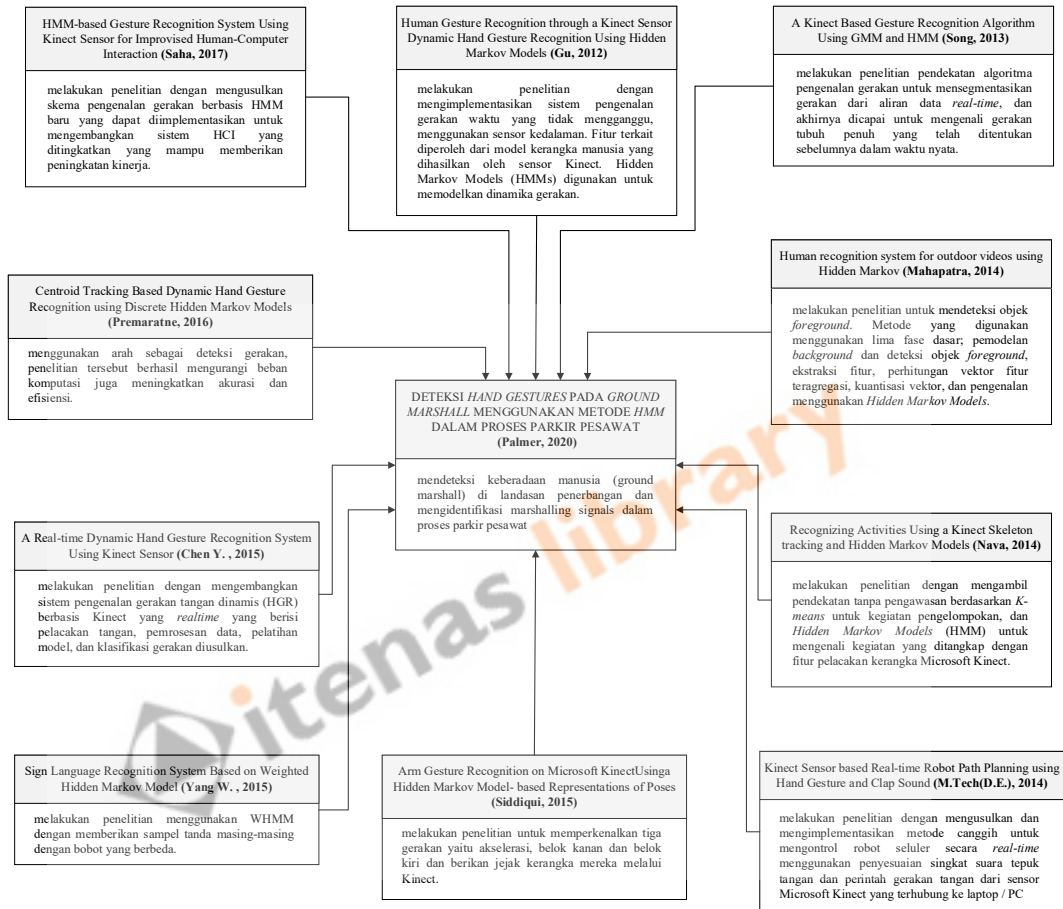
Pada tahun 2016; Premaratne, menggunakan arah sebagai deteksi gerakan, penelitian tersebut berhasil mengurangi beban komputasi juga meningkatkan akurasi dan efisiensi. Postur tangan atau gerakan statis lebih mudah untuk dideteksi, namun, gerakan yang dinamis merupakan penemuan yang terbaik dalam interaksi manusia dan komputer. (Premaratne, 2016)

Pada tahun 2017; Saha, melakukan penelitian dengan mengusulkan skema pengenalan gerakan berbasis HMM baru yang dapat diimplementasikan untuk mengembangkan sistem HCI yang ditingkatkan yang mampu memberikan peningkatan kinerja. Kerangka kerja ini mengeksplorasi potensi tinggi dari sensor Kinect Microsoft dalam pengenalan gerakan dengan memanfaatkannya pada fase akuisisi data. Kebaruan

utama dari karya ini terletak pada pilihan deskriptor fitur tanda tangan berbasis perbedaan aktif yang berisi informasi *timewarped* dalam urutan tunggal atas fitur geometris yang digunakan secara klasik. Kerangka kerja yang dibahas telah diuji untuk 12 gerakan berbeda yang diwujudkan oleh 60 subjek yang berbeda dan penting untuk dicatat bahwa untuk semua gerakan skema yang diusulkan telah mencapai tingkat pengakuan yang cukup tinggi hampir 90% yang membuktikan nilai pekerjaan saat ini secara nyata. aplikasi waktu. Selanjutnya, untuk memeriksa kemandirian kerangka kerja yang baru diformulasikan, kinerja yang sama telah divalidasi terhadap teknologi standar yang ada. (Saha, 2017)



Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, maka Gambar 2.1 berikut menampilkan pemetaan pustaka yang menunjang penelitian ini.



Gambar 2. 1 Peta Pustaka

2.2. Tinjauan Studi

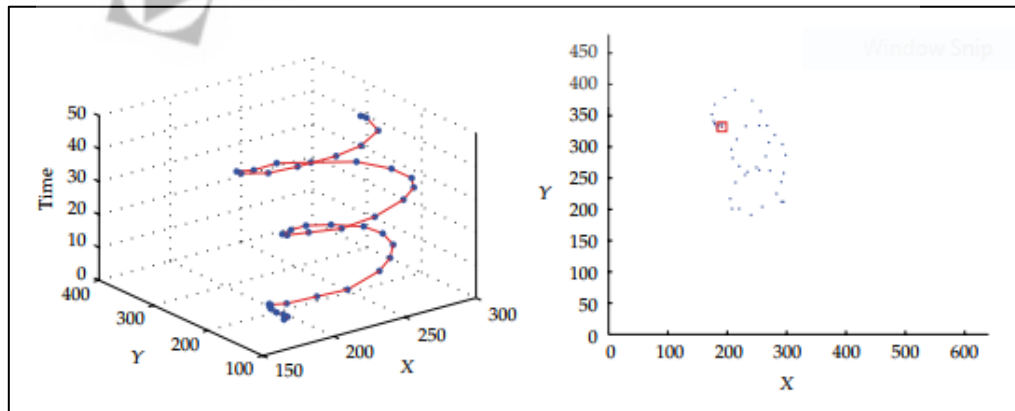
Dalam kegiatan penelitian ini terdapat teori-teori penunjang yang berkaitan dengan kegiatan penelitian yang dilakukan antara lain:

2.2.1. *Gesture*

Menyampaikan suatu informasi kepada orang lain, dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya adalah dengan pergerakan fisik seperti *gesture* (gerak isyarat). *Gesture* adalah pergerakan dinamis dari bagian tubuh antara lain; tangan, lengan, kaki, kepala dan wajah. *Gesture* dianggap sebagai salah satu cara interaksi yang lebih natural karena secara alamiah *gesture* biasanya digunakan untuk menyampaikan informasi. Dengan pengenalan *gesture* manusia hanya perlu melakukan gerakan sederhana untuk mengoperasikan perangkat disekitarnya (Liu, 2008).

2.2.2. *Dynamic Hand Gesture*

Gerakan tangan yang dinamis adalah pola spasial-temporal dan memiliki empat fitur dasar: kecepatan, bentuk, lokasi, dan orientasi. Gerak tangan bisa digambarkan sebagai temporal urutan poin sehubungan dengan *centroid* tangan dari orang yang melakukan gerakan itu.



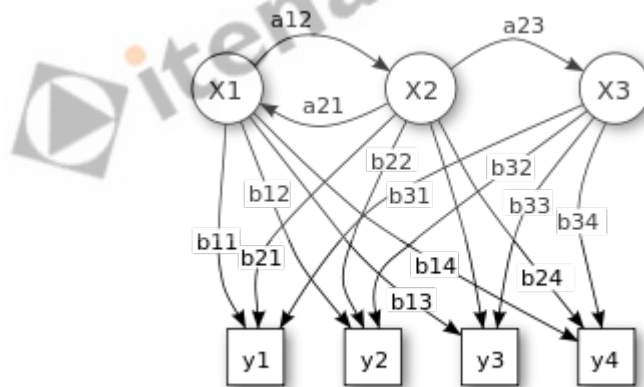
Gambar 2. 2 Grafik Gestur Tangan Dinamis

Sumber: (Chen, 2015)

2.2.3. Teknologi Gestur

Pemrosesan gambar menggunakan gerak tubuh manusia merupakan tantangan teknologi yang menarik untuk digali lebih lanjut. Tantangan tersebut berupa variasi dari komplikasi dari beberapa pose, kondisi pencahayaan dan kompleksitas latar belakang deteksi lingkungan yang mengitari objek. Pendalaman terhadap teknologi ini memperkenalkan metodologi baru untuk mendeteksi objek menggunakan teknik pemrosesan gambar dan informasi lebih lanjut yang dibangkitkan dari sensor *game* (permainan) salah satunya seperti sensor kinect dari microsoft. Kinect merupakan teknologi pengendali permainan yang diperkenalkan oleh microsoft pada bulan November 2010. Sensor untuk gerak isyarat (*gesture*) pada Kinect terdiri dari tiga bagian penting yang digunakan sebagai antarmuka dengan obyek, yaitu proyektor inframerah, kamera *red-green-blue* (RGB) dan kamera inframerah.

2.2.4. Hidden Markov Model



Gambar 2. 3 Diagram *Hidden Markov Model*

HMM merupakan model statistik dimana suatu sistem yang dimodelkan diasumsikan sebagai *markov* proses dengan dengan kondisi yang tidak terobservasi. Suatu *HMM* dapat dianggap sebagai jaringan Bayesian dinamis yang sederhana (*simplest dynamic Bayesian network*).

Dalam *Markov Model* biasa, setiap keadaan dapat terlihat langsung oleh pengamat. Oleh karena itu, kemungkinan dari transisi antar kondisi menjadi satu-satunya parameter teramati. Dalam *HMM*, keadaan tidak terlihat secara langsung. Tetapi *output* yang bergantung terhadap keadaan tersebut terlihat.

Setiap kondisi memiliki distribusi kemungkinan disetiap output yang mungkin. Oleh karena itu, urutan langkah yang dibuat oleh *HMM* memberikan suatu informasi tentang urutan dari keadaan. Perlu dipahami, bahwa sifat *hidden* ‘tersembunyi’ menunjuk kepada kondisi langkah yang dilewati model, bukan kepada parameter dari model tersebut. Walaupun parameter model diketahui, model tersebut tetap tersembunyi.

Hidden Markov Model dapat digunakan untuk aplikasi dibidang *temporal pattern recognition* ‘pengenalan pola temporal’ seperti pengenalan suara, tulisan, gestur, bioinformatika, kompresi kalimat, *computer vision*, ekonomi, finansial, dan pengenalan not balok. (Prasetyo B. , 2015).

2.2.4.1. Masalah *Hidden Markov Model*

Ada tiga permasalahan khusus yang dapat diselesaikan oleh metode Hidden Markov Model. Diantaranya:

- Evaluation (evaluasi)
- Inference (penarikan kesimpulan)
- Learning (pembelajaran)

Karakter masalah seperti diataslah yang mampu diselesaikan oleh metode Hidden Markov Model. (Prasetyo M. E., 2010)

2.2.4.2. *Learning (Baum-Welch Algorithm)*

Pengertian dari operasi learning dalam Hidden Markov Model adalah melatih parameter HMM jika diberikan dataset barisan-barisan tertentu agar dapat menemukan himpunan transisi state yang paling mungkin beserta probabilitas outputnya. Untuk menyelesaikan permasalahan *learning*, digunakan algoritma Baum-Welch (Prasetyo M.

E., 2010). Algoritma ini secara umum berfungsi untuk menentukan nilai harapan dan maksimalisasi. Algoritma ini mempunyai dua langkah dalam penyelesaian masalah, yaitu:

1. Menghitung nilai probabilitas *forward* dan *backward* untuk setiap statement.

- Algoritma *Forward* merupakan algoritma yang menghitung probabilitas kemungkinan pada waktu t , diberikan kejadian yang telah lampau. Jika diberikan persamaan HMM $\lambda = (A, B, \pi)$, maka rumusan algoritma *Forward* untuk menghitung $P(O|\lambda) = \alpha(t, i)$ ditunjukkan pada Persamaan berikut.

$$\alpha(t, i) = P(O_1, O_2, O_3, \dots, O_t, q_t = S_i) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan $\alpha(t, i)$ menyatakan nilai yang dihasilkan oleh persamaan algoritma *Forward* pada waktu t dan *state* ke- i , dan $P(O_1, O_2, O_3, \dots, O_t, q_t = S_i)$ menyatakan sejumlah nilai probabilitas dari rangkaian pengamatan $O_1, O_2, O_3, \dots, O_t$ pada *state* ke- i dan waktu t . (Koosasi & Sarno, 2017)

- Algoritma *Backward* merupakan algoritma yang memiliki cara kerja sama dengan algoritma *Forward*, namun memiliki titik awal (*start position*) dari akhir proses. Rumusan algoritma *Backward* untuk menghitung $P(O|\lambda) = \beta(t, i)$ ditunjukkan pada Persamaan berikut.

$$\beta(t, i) = P(O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T | q_t = S_i) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan $\beta(t, i)$ menyatakan nilai yang dihasilkan oleh persamaan algoritma *Backward* pada waktu t dan *state* ke- i , dan $P(O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T, q_t = S_i)$ menyatakan nilai probabilitas dari pengamatan $O_1, O_2, O_3, \dots, O_t$ pada *state* ke- i dan waktu t . (Koosasi & Sarno, 2017)

2. Menentukan frekuensi dari pasangan transisi emisi dan membaginya dengan nilai probabilitas semua observasi.

2.2.5. Kinect Xbox360

Kinect adalah produk dari Microsoft yang awalnya dibuat khusus untuk perangkat permainan XBox 360, dimana memperkenalkan teknologi *motion gaming* sebagai fitur utamanya. *Motion gaming* maksudnya adalah membuat pemain dapat berinteraksi ketika bermain *game* tanpa menggunakan *gamepad*. Sehingga melalui kinect, pemain dapat bermain *game* cukup hanya dengan menggunakan gerakan tangan atau gerakan tubuh lainnya. Terdapat beberapa perangkat inti yang berada di dalam Kinect yaitu:

1. *3D Depth sensor*
2. *RGB Camera*
3. *Motorized Tilt*
4. *Multi-Array Microphone*



Gambar 2. 4 Kinect Xbox360 v1

2.2.5.1. 3D Depth-Sensor

3D Depth sensor bertujuan untuk mendapatkan data video dalam kondisi tiga dimensi didalam kondisi *ambient light* (menyesuaikan kondisi pencahayaan yang ada di lingkungan tersebut). Agar objek dapat terdeteksi dengan baik maka objek harus berada di antara *IR projector* dan *CMOS sensor*. Jarak minimum kinect terhadap objek, kurang lebih 1,5 meter.

2.2.5.2. Kamera RGB (*Red, Green, and Blue*)

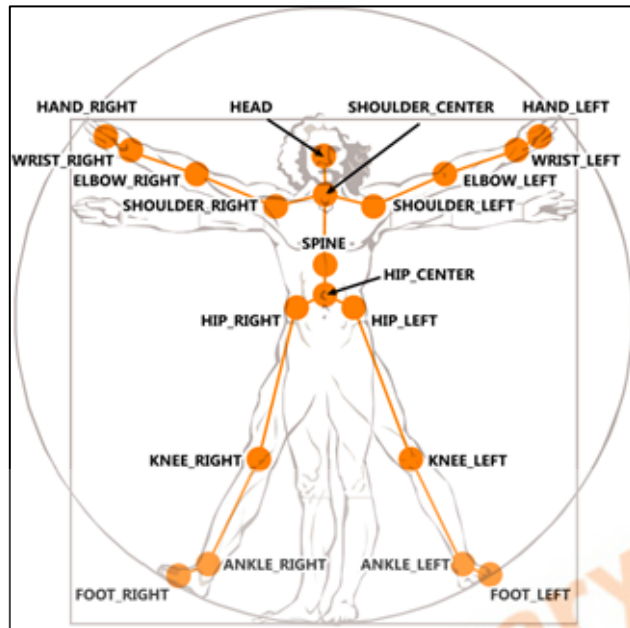
Sebuah RGB camera dapat memberikan tiga komponen warna dasar yaitu merah, hijau, dan biru. Jenis kamera ini menggunakan sensor CMOS (*Complementary metal-oxide-semiconductor*) untuk memperoleh tiga sinyal warna. RGB camera digunakan untuk mendapatkan warna gambar yang sangat akurat. Menurut Kramer RGB camera di kinect, beroperasi di 30Hz dan dapat menghasilkan beberapa pilihan resolusi dari 640 X 512 hingga 1280 X 1024 piksel, yang akan dikirim menggunakan USB (*Universal Serial Bus*). Dan terdapat beberapa keunggulan RGB camera di kinect yaitu memiliki *white balance*, *black reference*, dan *color saturation* yang sangat baik.

2.2.5.3. Kinect SDK (*Software Development Kit*)

Menurut Catuhe, Kinect SDK dapat menghitung secara lengkap dalam melakukan pelacakan kerangka (*skeletal tracking*) di depan sensor yang hanya menggunakan *raw stream*. Didalam SDK sudah terdapat NUI (*Natural User Interface*), API (*Application Programming Interface*) dan *driver* Microsoft Kinect agar dapat mengintegrasikan kinect terhadap Microsoft Windows.

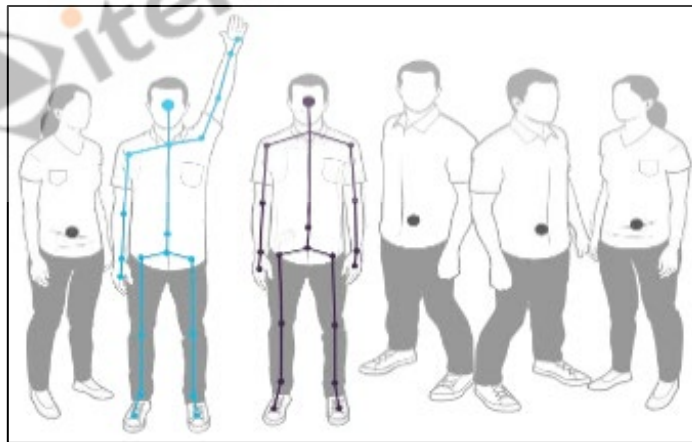
2.2.6. Skeletal Tracking

Skeletal Tracking adalah untuk memungkinkan sensor kinect dapat mencari titik sendi utama pada tubuh manusia. Teknologi dibalik *skeletal tracking* ini sendiri adalah penggunaan *depth sensor*. *Depth sensor* awalnya akan memetakan objek yang ditangkap kemudian gambar tersebut akan dibandingkan dengan data hasil *training* yang sebelumnya. *Data training* tersebut dibuat oleh para peneliti dengan menggunakan 100.000 *frame* gambar objek manusia yang diambil dengan posisi yang berbeda-beda.



Gambar 2. 5 Titik-titik sendi yang terdapat pada *skeletal tracking*

Skeletal Tracking dapat mendeteksi hingga enam orang di depan kinect, tetapi hanya dua orang yang akan terdeteksi sempurna.








Gambar 2. 6 *Skeletal Tracking* 2 orang yang sempurna





2.2.7. *Marshalling Signals*

Marshalling signals merupakan salah satu media untuk menyampaikan informasi kepada pilot yang berada di dalam kokpit pesawat. Melalui

marshalling signals, pilot diarahkan oleh ground marshall selama proses parkir pesawat agar proses parkir pesawat dapat berjalan dengan baik. Pada Tabel 2.1 merupakan daftar 9 gerakan *marshalling signals* yang berlaku dalam penerbangan komersil di Indonesia

Tabel 2. 1 Jenis Gerakan *Marshalling Signals*

No.	Gerak	Arti
1.		<i>Chock In</i>
2.		<i>Forward</i>
3.		<i>Gate</i>
4.		<i>Off Brake</i>
5.		<i>On Brake</i>

No.	Gerak	Arti
6.		<i>Slow Down</i>
7.		<i>Stop</i>
8.		<i>Turn Left</i>
9.		<i>Turn Right</i>