

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 1.1 Tinjauan Pustaka

Untuk referensi atau tinjauan pustaka pada penelitian ini, berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya, berikut ini adalah tinjauan pustaka dalam penelitian ini :

1. Auke Jan Ijspeert dkk (2002) melakukan penelitian yang berjudul *Movement Imitation with Nonlinear Dynamical Systems in Humanoid Robots*. Mereka membahas tentang pendekatan baru untuk perencanaan gerakan, on-line lintasan modikasi, dan pembelajaran imitasi dengan mewakili rencana gerakan berdasarkan seperangkat nonlinear di persamaan erential dengan penarik didefinisikan dengan baik. Berbeda dengan gerakan non-otonom representasi seperti splines, rencana gerakan yang dihasilkan tetap merupakan set otonom nonlinear di persamaan erential yang membentuk kebijakan pengendalian (CP) yang kuat untuk gangguan eksternal yang kuat dan dapat dimodifikasi on-line oleh variabel persepsi tambahan. penarik tersebut lanskap dari kebijakan pengendalian bisa dipelajari dengan cepat dengan teknik regresi tertimbang lokal dengan jaminan konvergensi dari algoritma pembelajaran dan konvergensi target gerakan. Properti ini membuat sistem cocok untuk gerakan imitasi dan juga untuk mengklasifikasikan gerakan menunjukkan menurut parameter sistem pembelajaran. Kami mengevaluasi sistem dengan simulasi robot humanoid dan robot humanoid yang sebenarnya. Eksperimen disajikan untuk imitasi dari tiga jenis gerakan: mencapai gerakan dengan satu tangan, menggambar gerakan pola 2-D, dan ayunan tenis. Hasil kami menunjukkan (a) bahwa gerakan manusia multi-sendi dapat dikodekan berhasil dengan CP, (b) bahwa gerakan belajar Kebijakan mudah dapat digunakan kembali untuk menghasilkan lintasan yang kuat menuju target erent, (c) bahwa kebijakan untuk salah satu target tertentu memberikan prediksi yang baik dari manusia

mencapai gerakan menuju target tetangga, dan (d) bahwa ruang parameter yang mengkode kebijakan cocok untuk mengukur sejauh mana dua lintasan yang kualitatif serupa.

2. Johannes Strom dkk (2009) melakukan penelitian yang berjudul *Omnidirectional Walking Using ZMP and Preview Control for the NAO Humanoid Robot*. Dalam penelitian ini mereka membahas tentang sebuah implementasi mesin berjalan omnidirectional berbasis ZMP untuk robot Nao. Seperti robot sepakbola membutuhkan gerakan respon yang tinggi dan gerakan yang dinamis, jadi Serba cepat lingkungan yang dinamis seperti robot soccer membutuhkan sangat responsif dan penggerak dinamis. Kami menyajikan sebuah implementasi dari mesin berjalan omnidirectional berbasis ZMP untuk robot Nao. Menggunakan model pendulum terbalik sederhana, preview kontroler menghasilkan pusat dinamis seimbang lintasan massa. Untuk mengaktifkan perencanaan jalan, kami memperkenalkan sistem koordinat frame global dan egosentris untuk menentukan penempatan langkah. Ini mengkoordinasikan frame memungkinkan terjemahan lintasan COM, yang diberikan oleh controller pratinjau, menjadi tindakan kaki. arah berjalan dapat diubah dengan cepat untuk memenuhi lingkungan yang dinamis dengan menyesuaikan pola langkah ke depan.
3. Abbas Abdolmaleki dkk (2013) melakukan penelitian yang berjudul *Omnidirectional Walking and Active Balance for Soccer Hummanoid Robot*. Robot Sepakbola harus mampu memenuhi tugas mereka di lapangan sepak bola yang sangat dinamis, yang membutuhkan sangat responsif dan dinamis penggerak. Hal ini sangat sulit untuk menjaga keseimbangan humanoids selama berjalan. Posisi Nol Momen Point (ZMP) secara luas digunakan untuk pengukuran stabilitas dinamis dalam gerak biped. Dalam tulisan ini, kami menyajikan mesin berjalan omnidirectional, yang terutama terdiri dari seorang perencana Foot, sebuah ZMP dan Pusat Massa (COM) generator dan loop keseimbangan Aktif. The Foot perencana, berdasarkan vektor kecepatan keinginan berjalan, menghasilkan posisi kaki langkah ke depan yang kemudian input ke generator ZMP. Model keranjang-meja dan

kontroler pratinjau digunakan untuk menghasilkan lintasan referensi COM dari ZMP lintasan yang telah ditentukan. Sebuah metode saldo aktif disajikan yang menjaga bagasi robot tegak ketika berhadapan dengan gangguan lingkungan. Kami telah menguji pendekatan kontrol penggerak biped pada robot NAO simulasi. Hasil kami menggembirakan mengingat bahwa robot telah mampu berjalan cepat dan stabil ke arah manapun dengan pertunjukan yang membandingkan dengan baik dengan RoboCup 2012 tim Simulasi 3D terbaik.

4. Sugihara dkk (2014) melakukan penelitian yang berjudul *Realtime Humanoid Motion Generation through ZMP Manipulation based on Inverted Pendulum Control*. Dalam penelitiannya ini mereka membahas pola berjalan robot secara real time. Secara umum pola berjalan robot dibagi menjadi 2 yaitu *Trajectory Replaying*, dan *Real Time Generation*. Pada *Trajectory Replaying*, robot akan berjalan dengan cara melakukan pola gerak yang sama secara berulang-ulang tanpa memperdulikan galat error yang terdapat pada robot akibat keadaan sekitar. Sedangkan pada *Real Time Generation*, robot akan berjalan dengan memperhatikan nilai galat error sehingga robot dapat merubah pola berjalan tergantung keperluan dari robot tersebut. Dalam penelitian ini, pola berjalan real time generation kembali disempurnakan dengan menambahkan metode ZMP (*Zero Moment Point*) pada saat robot berjalan
5. Dimas Pristovani Riananda, Achmad Subhan Kh, dan Ahmad Saifudin Zuhri (2015) Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dengan judul *Decelerati Optimization Landing For Trajectory Walking On Robot EROS 5*. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk membuat robot dapat berjalan secara halus dengan memberikan optimasi pengereman saat robot akan menapakan kakinya ketika berjalan. Optimasi penggerakan yang dilakukan berupa control untuk mengatur *time interval oscillator* pada saat fase berjalan akan memasuki fase DSP (*Double Support Phase Landing*). Hasil penelitian ini dapat mengatasi masalah pada *trajectory walking* yang mengakibatkan servo pada bagian lutut robot *humanoid* sering mengalami kerusakan.

6. Alfabi Muhlisin Sakti dkk (2016) melakukan penelitian dengan judul **Implementation of Non-Linear PID on Darwin-Op Humanoid Robot Walking Control System**. Penelitian yang mempunyai Fokus utamanya adalah meminimalkan kemungkinan jatuh pada sumbu rotasi X (pitch) sedangkan posisi COM cenderung berada di luar support polygon. Solusi yang diusulkan adalah menggunakan PID nonlinier untuk menstabilkan gerakan berjalan robot. Mempertimbangkan bahwa parameter berjalan DarwinOP asli seperti penguatan hip pitch dan penguatan pergelangan kaki hanya menggunakan penguatan proporsional linier dan satu-satunya sensor yang digunakan dalam sistem kontrol umpan balik berjalan hanya gyro, PID nonlinier dan akselero diimplementasikan dalam parameter . Hasil dari metode ini telah didemonstrasikan pada robot Alfarobi. Semua data seperti data Gyro, data accelero, dan data error dapat dilihat di monitor walking tuner

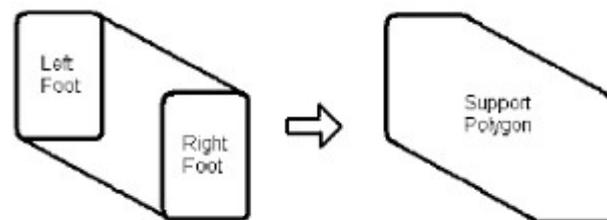
## 1.2 Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Humanoid

Kontes Robot Indonesia (KRI) 2019 merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan pada tahun 2019 di Universitas Dian Nuswantoro Semarang oleh Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (RISTEK DIKTI). Peserta kompetisi ini berasal dari Perguruan Tinggi dan Swasta dari seluruh Indonesia. Salah satunya divisi KRSBI dimana robot sepak bola ini harus mampu berjalan, mencari bola, menendang bola dan mencetak goal ke gawang lawan.

## 1.3 Robot humanoid

Robot *humanoid* adalah robot yang penampilan keseluruhannya dibentuk berdasarkan tubuh manusia, mampu melakukan interaksi dengan peralatan maupun lingkungan yang dibuat untuk manusia. Secara umum robot *humanoid* memiliki tubuh dengan kepala, dua buah lengan dan dua buah kaki, meskipun adapula bebearapa bentuk robot *humanoid* yang hanya berupa sebagian dari tubuh manusia , misalnya dari pinggang keatas.

Faktor penting dalam merancang robot *humanoid* adalah factor keseimbangan. Secara sederhana kestabilan dapat dicapai dengan menyeimbangkan (membuat jadi nol) semua gaya-gaya yang bekerja. Titik pada posisi jumlah semua gaya-gaya yang bekerja menjadi nol disebut dengan titik keseimbangan atau *center of gravity*. Keseimbangan dicapai dengan merancang postur stabil dari setiap Gerakan robot humanoid. Kestabilan robot paling banyak dipengaruhi oleh bagian kaki. Salah satu teknik yang baik untuk membuat robot seimbang Ketika berjalan adalah Teknik *support polygon*. *Support polygon* adalah daerah berbentuk segi banyak yang merupakan daerah di antara kedua kaki dengan bantuan garis lurus yang di Tarik dari siku luar masing-masing kaki. Prinsip dari Teknik ini adalah menempatkan proyeksi vertika dari titik keseimbangan dari robot humanoid untuk selalu berada di dalam support polygon di tunjukan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Ilustrasi Support Polygon

Terdapat 2 macam support polygon yang dapat terbentuk pada robot humanoid yaitu:

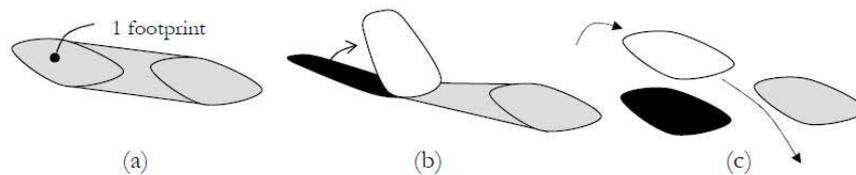
- *Double Support Polygon*

*Double Support Polygon* adalah kondisi pada saat robot bertumpu pada kedua kakinya tetapi tidak harus kedua permukaannya menempel

penuh pada dasar. Gambaran *Double Support Polygon* ini dapat dilihat pada Gambar 2.2(a) dan 2.2(b).

- *Single Support Polygon*

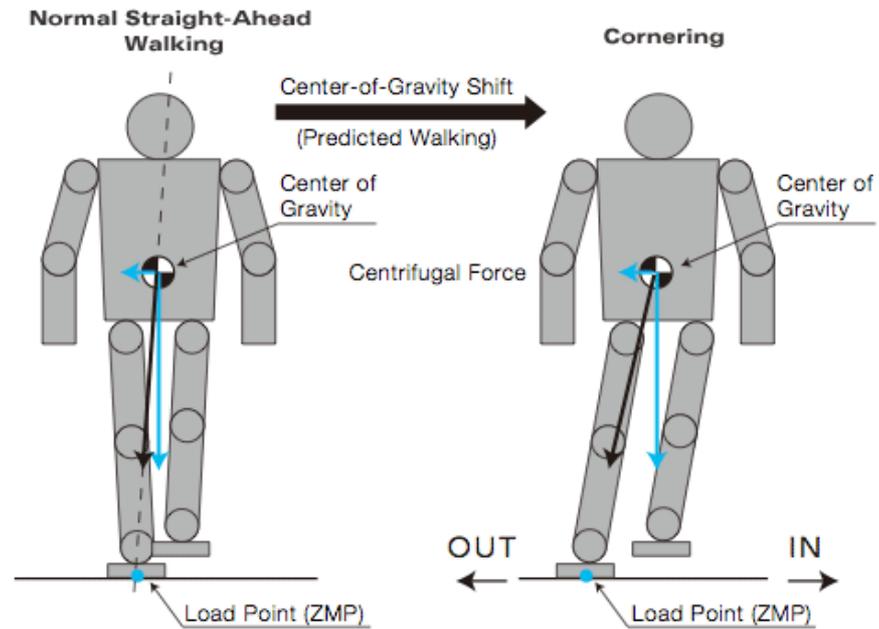
*Single Support Polygon* adalah kondisi pada saat robot hanya bertumpu pada salah satu telapak kaki seperti pada gambar 2.2(c).



Gambar 2.2 Support Polygon (a) Double Support Polygon, (b) Double Support Polygon (Pre-Swing), (c) Single Support Polygon.

#### 1.4 Zero Moment Point

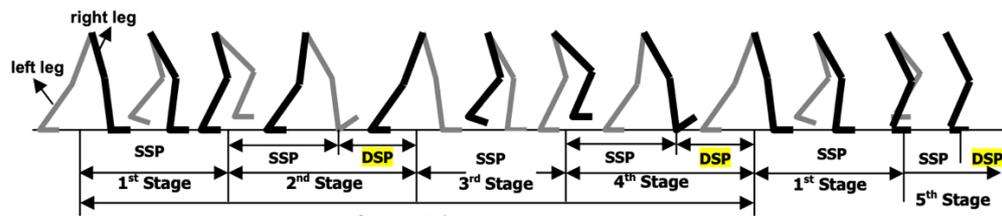
*Zero moment point* Adalah titik yang memiliki keseimbangan antara momentum yang bekerja pada robot dengan momentum yang dilawan oleh dasar tumpuan. Jika titik ini berada pada *support polygon* robot maka dapat dipastikan robot tidak akan jatuh. (Sugihara, Nakamura, & Inoue, 2002). Semua titik kontrol yang digunakan selay mengutamakan pada keseimbangan robot agar dapat bertumpu pada *single support polygon* sehingga rotasi pada kai lain dapat dilakukan.



Gambar 2.3 Ilustrasi Zero Moment Point

### 1.5 DSP (Double Stance Period) Ratio

Robot humanoid memiliki cara berjalan yang unik meniru cara berjalan manusia meskipun tidak sama persis. Gerakan berjalan robot dapat dimodelkan sebagai suatu siklus yang berulang. Pola gerakan yang berulang ini sering disebut juga sebagai gait. Pola tersebut membentuk gerakan berjalan sehingga disebut dengan walking gait. Secara garis besar walking gait robot humanoid dibagi menjadi dua fase gerakan yaitu Double Stance Period (DSP) dan Single Stance Period (SSP). Fase DSP adalah ketika dua kaki menopang badan robot, sedangkan fase SSP adalah ketika hanya salah satu kaki yang menopang badan robot. Walking gait dari robot humanoid dapat ditunjukkan pada Gambar



Gambar 2.4 Ilustrasi pola kaki dari Gerakan DSP (Double Stance Period) Ratio

