

Analisis Pergerakan Futsal Menggunakan *gyroscope* dan *accelerometer* dengan Metode *decision tree*

Idzar Andalan Tunjang Serawai¹, Maman Abdurohman¹, Aji Gautama Putrada¹.

¹Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

idzarandalan@student.telkomuniversity.ac.id, abdurohman@telkomuniversity.ac.id, ajigps@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dewasa ini sepak bola menjadi olahraga primadona yang sedang disukai banyak orang baik tua maupun muda. Karena itu semakin banyaknya penggemar sepak bola, maka semakin bertambah juga orang yang ingin belajar mengenai sepak bola. Namun kurangnya informasi untuk mempelajari sepak bola menjadi masalah orang yang ingin mempelajari sepak bola. Penulis bertujuan ingin membuat suatu prototype yang dapat membantu orang untuk belajar sepak bola tanpa harus mengikuti sekolah sepak bola ataupun mencari pelatih untuk belajar sepak bola. Prototipe ini berupa alat yang menggunakan raspberry pi dan dipasangkan sensor *gyroscope* dan juga *accelerometer* yang di pasangkan di kaki dominan pengguna untuk membaca pergerakan pengguna. Hasil dari pengujian prototipe yang dibuat adalah mendapatkan akurasi sebesar 70%.

Kata kunci : Sepak bola, Skil Sepak Bola, Analisis, *Gyroscope*, *Accelerometer*, *Decision tree*

Abstract

Nowadays football become a famous sport which is loved by many old and young people. Because many people loved football it make some people want to learn about playing football. But the information of learn about football is tough. The writer aim to make a prototype to help people to learn about football easier without come to football class and without coach of football. This prototype used a raspberry pi with the *gyroscope* and *accelerometer* sensor that use on the dominant leg user to playing football to get the data of user movement. The result of testing for paper show that the accuracy of this prototype is around 70%.

Keywords : Football, Football skill, Analize, *Gyroscope*, *Accelerometer*, *Decision tree*

1. Pendahuluan

Olahraga mempunyai manfaat yang banyak, terlebih buat kesehatan dalam tubuh. Dan sepak bola termasuk salah satu olahraga populer di dunia. Dengan kepopulerannya jadi membuat banyak orang ingin mempelajari sepak bola. Dan banyak orang orang pemula tidak tahu bagaimana bermain sepak bola yang baik dan benar. Maka dari itu di butuhkan studi kasus dan alat untuk mengidentifikasi gerakan yang baik untuk sepak bola.

Latar Belakang

Saat ini dengan bertambah populernya olahraga sepak bola, dan juga menunjang kenaikan minat para pemula untuk belajar sepak bola, namun untuk para pemula belajar tanpa adanya pelatih merupakan sesuatu yang sangat sulit. Karena tidak ada yang bisa mengkoreksi gerakan dari latihan mereka tersebut. Maka dari itu dibutuhkan studi kasus untuk menganalisis perbedaan dari gerakan para pemula dan para expert. Solusinya adalah dibuatnya teknologi yang bisa menyediakan data gerak dari para pemula dan juga para expert yaitu *gyroscope* dan juga *accelerometer*.

Gyroscope dan *accelerometer* merupakan alat yang bisa mengidentifikasi gerakan *angular* dan juga gerakan sumbu y pada sensor. *Gyroscope* dan *accelerometer* yang dipakai adalah berbentuk sebuah *sensor* yang dihubungkan dengan *raspberry pi*, sehingga dapat digunakan untuk mengambil data gerak. Dan data gerak yang diambil adalah dari 4 aktivitas sepak bola, yaitu : menendang, mendribble, juggling.

Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat identifikasi masalah dalam penelitian ini yang diantaranya adalah bagaimana cara mengimplementasikan prototipe ini dengan menggunakan *horth parameters* dan *decision tree* yang dapat membaca pergerakan dari gerakan sepak bola yang diuji.

Berdasarkan Identifikasi masalah yang telah dijelaskan, terdapat batasan masalah dalam penelitian ini yang diantaranya rancangan pada alat masih berupa prototipe yang memiliki sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Adapun alat ini masih dipakai di salah satu kaki yang dominan dalam pergerakan sepak bola. Adapun pergerakan dribble hanya di pasangkan disatu kaki dominan(kanan), dan pergerakan juggling juga hanya di pasangkan di kaki dominan pengguna(kanan).

Tujuan

Berdasarkan identifikasi masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun alat untuk pengambilan data analisis untuk menganalisis pergerakan sepak bola yaitu menendang, juggling, dan mendribble. Serta akan dilakukan analisis terhadap data yang diambil menggunakan hjorth parameter dan mengklasifikasikan menggunakan metode decision tree.

Organisasi Tulisan

Pada penulisan bab pertama dalam penelitian ini menjelaskan latar belakang penelitian dan pengidentifikasi serta penyelesaian masalah. Pada penulisan bab dua menjelaskan tentang teori dan studi literatur yang berkaitan dengan penelitian rancangan prototipe. Pada penulisan bab tiga menjelaskan analisis kebutuhan dalam perancangan sistem prototipe. Pada penulisan bab empat menjelaskan hasil pengujian dari rancangan prototipe. Pada penulisan bab lima menjelaskan kesimpulan dan saran berdasarkan analisis dan pengujian selama dilakukannya penelitian.

2. Studi Terkait

Menurut penelitian dengan judul Exploring analysis of football action considering correlation of joints in the body di jelaskan mengenai masalah serta solusi yang di tawarkan untuk para pemula dalam mempelajari sepakbola terutama dalam juggling. Masalah yang di fokuskan dalam penelitian ini adalah sulitnya para pemula untuk belajar sepak bola dengan mandiri. Pada penelitian ini juga di lakukan beberapa kali percobaan untuk mengambil data dengan cara mengambil gambar. Grafik tersebut menjelaskan bahwa juggling dapat di identifikasi menggunakan grafik posisi bola dalam gambar dengan hasilnya adalah orang tersebut adalah beginner atau expert[1].

Pada penelitian yang berjudul *Dancing game by digital textile sensor, accelerometer and gyroscope* dijelaskan bahwa gyroscope dan accelerometer dapat menangkap pergerakan kaki pada manusia. pada penelitian tersebut gyroscope dan accelerometer menguji pergerakan kaki manusia saat menari yang dihubungkan dengan PC menggunakan Bluetooth. Dari hasil pengujian penelitian tersebut terdapat beberapa kekurangan yaitu pada Bluetooth yang kurang tanggap dalam melakukan pengiriman sinyal sehingga membuat pergerakannya menjadi delay di aplikasi game tersebut[2].

Berdasarkan jurnal-jurnal yang telah di jelaskan diatas, penulis melakukan penelitian mengenai analisis pergerakan sepakbola menggunakan *gyroscope* dan *accelerometer* menggunakan metode decision tree. Pada penelitian ini penulis juga menggunakan *hjorth parameter* untuk mempermudah dalam mengenali data. Data yang sudah dikenali selanjutnya akan di klasifikasikan menggunakan decision tree yang dimana klasifikasinya berupa beginner dan juga expert yang di dapat datanya menggunakan sensor mpu6050 yaitu sensir yang ada gyroscope dan accelerometer didalamnya.

Dalam penelitian ini penulis mengklasifikasikan gerakan yang di dapat dalam sensor dengan 2 klasifikasi yaitu gerakan beginner atau gerakan expert yang dimana beginner diambil sampel dari orang yang tidak pernah bermain sepak bola atau orang, yang pernah bermain sepak bola namun tidak pernah bermain secara berkala. Lalu data beginner penulis mengambil sampel dari orang yang sering bermain sepak bola secara berkala dan minimal sudah pernah mengikuti kejuaraan sepakbola/futsal.

2.1 Hjorth Parameters

Metode *Hjorth parameters* merupakan salah satu cara untuk menunjukkan sifat statistik sinyal pada domain waktu dan memiliki tiga parameter yaitu aktivitas, mobilitas, dan kompleksitas. Pada parameter aktivitas, variasi dari fungsi waktu dapat menunjukkan permukaan daya spektrum di domain frekuensi, yang artinya nilai dari aktivitas mengembalikan nilai besar atau kecil jika komponen frekuensi tinggi dari sinyal ada banyak atau sedikit. Pada parameter mobilitas di definisikan sebagai akar kuadrat dari rasio varian turunan pertama pada sinyal. Parameter ini memiliki proporsi standar deviasi dari daya spektrum. Pada parameter kompleksitas ditunjukkan bagaiman bentuk dari

sebuah sinyal mirip dengan sebuah sinyal sinus murni. Meskipun ketiga parameter tersebut memiliki informasi mengenai frekuensi spektrum dari sebuah sinyal, itu juga dapat membantu menganalisis sinyal pada domain waktu. Selain itu juga dapat menurunkan kompleksitas komputasi. Persamaan (1, 2, 3) merupakan teori dari ketiga parameter pada *Hjorth Parameters*[3] .

$$\text{Aktivitas} : \text{var}(y(t)) \tag{1}$$

$$\text{Mobilitas} : \sqrt{\frac{\text{var}(y'(t))}{\text{var}(y(t))}} \tag{2}$$

$$\text{Kompleksitas} : \frac{\text{mobility}(y'(t))}{\text{mobility}(y(t))} \tag{3}$$

Nilai dari *hjorth parameters mobility* dan *complexity* merupakan parameter kuantitatif yang diturunkan untuk menggambarkan pola EEG. Parameter ini diketahui sebagai fitur yang berguna dalam membedakan aktifitas manusia. Berdasarkan perbedaan sinyal yang dapat dihitung dengan mudah secara *real time* untuk memberikan informasi dalam domain frekuensi. Pada parameter *mobility* merupakan indikator kelancaran sebuah kurva sinyal dan pada parameter *complexity* dapat mengukur secara efektif ketidakteraturan dari domain frekuensi. Oleh karena itu metode ini cocok digunakan pada kasus analisa pola gaya berjalan yang memiliki domain frekuensi serupa dengan kasus EEG[4].

2.2 Decision Tree

Klasifikasi *decision tree* memberikan solusi yang cepat dan berguna untuk mengklasifikasi *datasets* berjumlah besar yang memiliki banyak *variable*. Pada pembangunan *decision tree* pertumbuhan dari pohon memungkinkannya untuk mengkatagorikan dataset latih secara akurat dan pada tahap pemangkasan dimana nodes dan cabang yang tidak berguna dihapus untuk meningkatkan akurasi dari klasifikasi[5]. Oleh Karena itu metode ini cocok digunakan pada kasus analisa pergerakan sepak bola yang memiliki *datasets* yang berjumlah besar.

3. Sistem yang Dibangun

Pada penelitian ini, peneliti merancang sebuah alat untuk melakukan pengambilan data dari beberapa percobaan dari pergerakan dasar sepak bola yaitu dribble, juggling, dan menendang. Yang dimana alatnya diletakkan di betis pengguna yang dapat mengukur pergerakan naik dan turun kaki menggunakan accelerometer dan juga pergerakan angular kaki menggunakan gyroscope. Pertimbangan penempatan prototype pada pengguna setelah dilakukannya beberapa percobaan yang dimana hasil yang terima lebih bervariasi dan menunjukkan perbedaan data antara beginner dan expert pada betis di bandingkan dengan bagian kaki yang lain.

Pada alat ini yang sudah di terangkan di atas menggunakan accelerometer dan juga gyroscope yang berfungsi sebagai inputan gerak dan gerakan accelerasi dari perubahan gerakan kaki. Setelah inputan data dikirim ke raspberry pi untuk selanjutnya di tampilkan. Dimana akan ditampilkan melalui VNC viewer yang menggunakan cloud dari koneksi internet yang telah di hubungkan. Yang selanjutnya datanya akan diproses menggunakan *hjorth parameter* dan akan diklasifikasikan menggunakan *decision tree*.

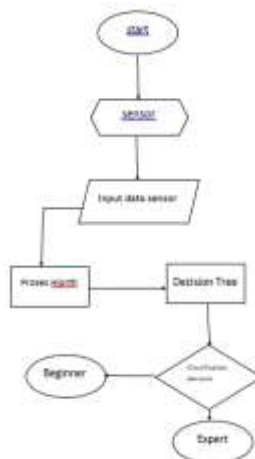
Pada prototipe ini memiliki beberapa fungsionalitas yang terdiri atas:

1. Sistem mampu mendeteksi pergerakan dasar sepak bola dengan menggunakan sensor accelerometer dan gyroscope.
2. Mampu mengklasifikasi pergerakan dengan menggunakan metode *hjorth parameters* berdasarkan data yang di dapat dari sensor.
3. Raspberry Pi berfungsi sebagai jalur input dan output data pada server beserta perangkat sistem.

3.2 Alur Diagram Sistem

Pada perancangan prototipe ini yang merupakan serangkaian proses secara

yang menunjukkan cara kerja perangkat sistem jelaskan alur diagram pada sistem yang dibuat.



Gambar 3. 1 Alur Diagram Prototipe.

Tahap pertama pada prototipe ini adalah sinkronisasi perangkat sistem dengan VNC viewer. Setelah semua tersinkronisasi maka sensor akan membaca pergerakan kaki pengguna. Data yang didapatkan dari sensor kemudian dikirim ke raspberry pi untuk di proses. Proses pertama dari sistem ini adalah dengan hirth parameter. Setelah di lakukan proses pada hirth parameter data di proses lagi dengan proses klasifikasi dengan emthode decision tree yang akan mengklasifikasikan hasil dari hirth parameter berupa beginner atau expert.

3.3 Spesifikasi Kebutuhan Sistem

Pada penelitian ini, perangkat keras yang digunakan memiliki spesifikasi seperti yang dijelaskan pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Keras Sistem.

Jenis Perangkat Keras	Tipe Perangkat Keras	Fungsionalitas Perangkat Keras Sistem
Single board computer	Raspberry Pi 3 model b	Sebagai pengendali perangkat sistem dan media penghubung sensor dengan VNC viewer melalui WiFi.
Sensor accelerometer dan gyroscope	MPU-6050	Sebagai pendeteksi gerakan pola berjalan pengguna.
Power bank	Hippo atlas 7000mAh	Sebagai sumber energy perangkat.

Selain perangkat keras peneliti menggunakan perangkat lunak untuk mendukung penelitian dengan spesifikasi yang terdiri atas:

1. Sistem Operasi Windows 10.
2. VNC viewer.
3. phpMyAdmin
4. Python

3.4 Data Pada Perangkat Sistem

Data pada penelitian ini diambil dengan menggunakan sensor accelerometer dan gyroscope pada perangkat MPU-6050. Data diambil dengan 4 gerakan sepak bola yaitu gerakan menendang, juggling, dan juga dribble. Data diambil dari 8 orang yang masing masing melakukan 4 gerakan dasar sepak bola. Dan data akan dicari memakaisensor lalu setelah itu data akan di proses melalui hirth parameter dan akan diklasifikasikan menggunakan decision tree

3.5 Skenario Pengujian

Pada penelitian ini menguji setiap fungsionalitas prototipe yang telah ditetapkan sesuai dengan perancangan sistem. Pengujian termasuk menguji fungsi raspberry pi, sensor sistem pada perangkat prototipe dengan melihat performansi yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Peneliti juga menguji penerapan metode *hirth parameters* dan klasifikasi *decision tree* pada sistem. Berikut merupakan tahapan proses pengujian sistem:

1. Pengujian sensor.

Peneliti melakukan konfigurasi terhadap sensor accelerometer dan gyroscope MPU-6050. Sensor tersebut di uji sepak bola.

Pengujian integrasi raspberry pi pada sensor dan VNC viewer. peneliti mendapatkan hasil nilai yang dideteksi oleh sensor melalui raspberry pi. Hasil deteksi yang telah didapatkan sensor diproses pada raspberry pi yang terintegrasi dengan VNC viewer dengan metode *hjorth parameters* dan klasifikasi *decision tree*.

3. Pengujian proses *hjorth parameters*.

Peneliti melakukan pengambilan data sampel, dan melakukan proses *hjorth parameter*.

4. Pengujian klasifikasi *decision tree*.

Dalam Pengujian ini peneliti menguji dalam menentukan expert atau beginner Berdasarkan tabel ouput yang telah dibuat proses klasifikasi *decision tree*.

4. Hasil Pengujian

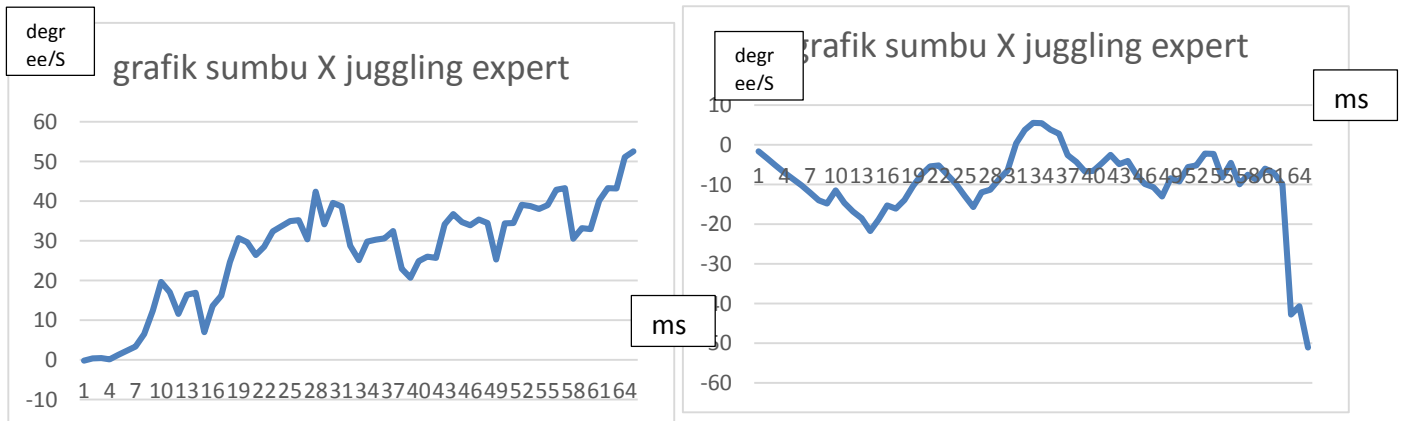
4.1 Penyusunan dataset

	Dribble	Juggling	Tendang	ket
Jumlah total 8 orang	Masing masing orang membuat 3 sample gerakan dribble = 24 sample data	Masing masing orang membuat 3 sample gerakan juggling = mendapatkan 24 sample data	Masing masing orang membuat 3 sample gerakan tendang = mendapatkan 24 sample data	Lalu sample data dipisahkan 10 sample untuk menjadi data testing.
Expert : 4 orang	Mendapatkan 12 sample data expert dribble	Mendapatkan 12 sampel data expert juggling	Mendapatkan 12 data expert tendang	Lalu masing expert dan beginner di pisahkan secara acak 5 sample data untuk menjadi data testing dan sisanya menjadi data training.
Beginner : 4 orang	Mendapatkan 12 sample data beginner dribble	Mendapatkan 12 sample data beginner juggling	Mendapatkan 12 sample data beginner tendang	

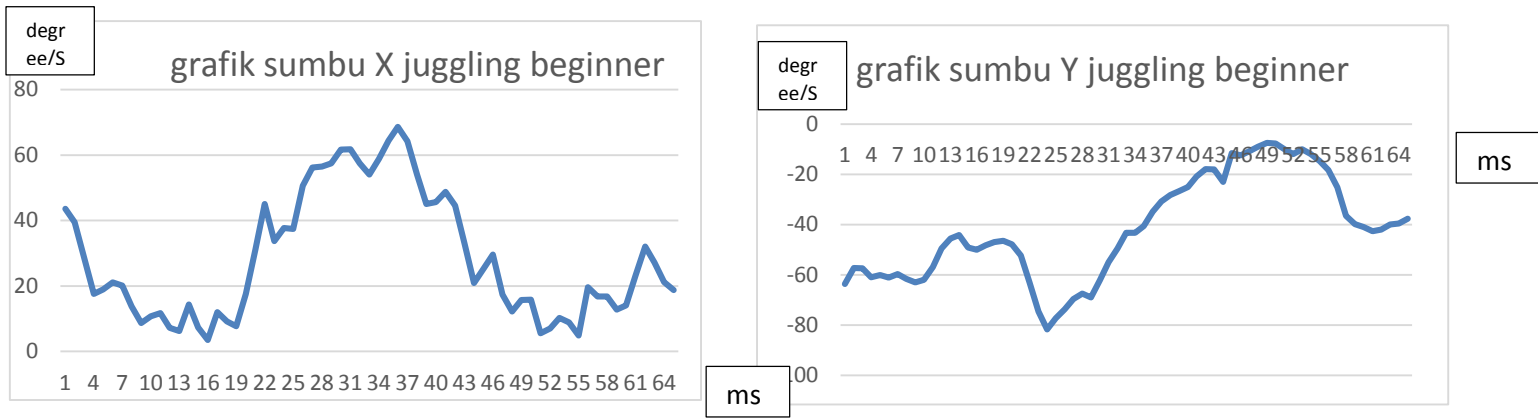
Pada pengujian diatas untuk batasan orang yang expert adalah orang yang telah mengikuti turnamen futsal di Indonesia. Namun untuk pengambilan sampel data beginner di gunakan orang yang belum pernah atau tidak pernah bermain sepak bola atau futsal secara berkala.

4.2 Hasil Pengujian Sensor Pada Prototipe

Pada pengujian sensor penguji mengamati kinerja dari fungsionalitas sensor yang terhubung dengan perangkat prototipe. Prototipe memiliki 2 sensor yaitu sensor accelerometer dan gyroscope MPU-6050. Pengujian pada sensor dilakukan untuk menangkap nilai dari berbagai gerakan sepak bola pengguna. Pada gambar 4.1 memperlihatkan hasil deteksi sensor terhadap pola juggling dalam bentuk grafik seperti berikut:



(a) Grafik akselerasi X dan Y pada juggling expert



(b) Grafik akselerasi X dan Y pada juggling beginner

Gambar 4.1 Grafik akselerasi X dan Y pada juggling expert dan beginner.

Pada grafik diatas merupakan salah satu dai grafik data pada gerakan juggling dimana satuan pada sumbu vertikalnya adalah merupakan satuan dari gyroscope itu sendiri yaitu (degree/s) dan adapun pada sumbu horizontal merupakan sumbu yang di pakai mengukur waktu pergerakannya yaitu memiliki satuan millisecond atau disingkat (ms)

Hasil Pengujian *Hjorth Parameters*

Pengujian ini menggunakan hasil data dari sensor terhadap pola gaya berjalan pengguna. Hasil pengujian dari metode *hjorth parameters* menghasilkan nilai *mobility X*, *mobility Y*, *complexity X*, *complexity Y*, dan juga nilai *activity X*, dan *activity Y* yang dimana keenam nilai tersebut digunakan untuk proses klasifikasi dalam *data training* dan *data testing*. Berikut beberapa hasil pengujian *hjorth parameters* dalam *data training* dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Hjorth Parameters terhadap Gerakan Jugling.

Kategori	mX	cX	mY	cY	aX	aY
Beginner	0.028631	45.13722	0.031122	28.86049	151.5321	1174.9
Beginner	0.020845	51.50902	0.031216	30.86612	201.1613	674.8805
Beginner	0.030594	49.03865	0.022165	44.496	67.77716	222.7075
Expert	0.013378	86.61265	0.007121	110.8878	728.1366	8744.27
Expert	0.020014	74.63946	0.045945	29.62145	172.0232	93.25812
Expert	0.024076	62.1131	0.021177	49.20096	78.96079	101.5736

4.3 Pengujian klasifikasi *Decision Tree*

Pada pengujian klasifikasi *decision tree* sistem memiliki sebuah tabel output sebagai data training. Nilai output 0 berarti beginner, output 1 berarti expert. Berikut merupakan tabel output yang digunakan sebagai data training pada klasifikasi *decision tree* yang ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Output Data Training pada Klasifikasi Decision Tree Terhadap Gerakan Jugling.

mX	cX	mY	cY	Output
0.030594	49.03865	0.022165	44.496	0
0.030888	38.94122	0.024066	44.61633	0
0.024255	51.59284	0.012658	73.00745	0
0.023564	55.28629	0.02301	42.11165	0
0.035851	40.2828	0.021203	47.00558	0
0.013378	86.61265	0.007121	110.8878	1
0.020014	74.63946	0.045945	29.62145	1
0.024076	62.1131	0.021177	49.20096	1
0.041842	27.91183	0.033066	25.37991	1
0.022206	57.09065	0.027321	39.57963	1

Hasil pengujian yang didapatkan pada penerapan proses klasifikasi *decision tree* berupa nilai output yang menentukan apakah pola gaya berjalan normal atau tidak berdasarkan tabel output data training. Berikut hasil pengujian berdasarkan *data testing* ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Proses Klasifikasi Decision Tree Terhadap Data Testing.

Juggling	True Beginner	True Expert	Class precision
Pred. Beginner	3	1	75%
Pred. Expert	2	4	66.67%
Class recall	60%	80%	

Dribble	True Beginner	True Expert	Class precision
Pred. Beginner	4	2	66.67%
Pred. Expert	1	3	75%
Class recall	80%	60%	

Tendang	True Beginner	True Expert	Class precision
Pred. Beginner	3	1	75%
Pred. Expert	2	4	66.67%
Class recall	60%	80%	

Berdasarkan hasil dari klasifikasi diatas maka dicari precision dan recall dari hasil percobaan alat. Klasifikasi tidak bisa dipisahkan dengan *recall* dan *precision* maka pada percobaan kali ini penulis juga memasukkan data hasil *recall* dan *presicion* pada jurnal ini. Precision adalah rasio prediksi benar postif di bagi dengan keseluruhan prediksi hasil yang di bagi positif. Dan recall merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif[6].

Berdasarkan hasil klasifikasi *decision tree* dari 30 *testing data* pada tabel 4.3, bahwa pada pengujian gerakan juggling beginner memprediksi 3 data secara benar dan 2 salah. Pada pengujian juggling expert memprediksi 4 benar

dan 1 salah. Lalu pada pengujian gerakan dribble beginner memprediksi 4 data secara benar dan 1 salah. Pada pengujian dribble expert memprediksi 3 benar dan 2 salah. Dan yang terakhir pada pengujian gerakan tendang beginner memprediksi 3 data secara benar dan 2 salah. Pada pengujian tendang expert memprediksi 4 benar dan 1 salah. Sehingga hasil tingkat akurasi yang didapatkan pada 40 *testing data* adalah sebesar 70%

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang didapat dalam pengujian ini bahwa metode *hjorth parameters* dan klasifikasi *decision tree* cukup bagus diterapkan pada prototipe untuk menganalisis gerakan sepakbola. dikarenakan jumlah *training data* yang masih sedikit membuat proses klasifikasi memiliki akurasi yang kurang maksimal. Selain itu juga faktor ketidak pastiannya gerakan orang yang menjadi sample dimana gerakan mereka akan sangat berpengaruh dari emosi si pengguna pada saat menggunakannya. Namun walaupun kurang maksimal nilai akurasinya tapi dari pengujian ini perangkat kerasnya sangatlah berjalan dengan baik dari pengambilan data sampai dengan pengolahan data.

Saran yang ingin penulis sampaikan adalah, tingkat akurasi dari alat ini masih sangat bisa sekali di tingkatkan dengan menambah data training dan juga melakukan testing sebanyak mungkin. Dan juga saran dari penulis yaitu memperhatikan lagi keadaan pengguna apabila ingin melakukan testing, dikarenakan nilai data dari perngujian ini harus akurat psikologi sang pengguna juga harus di perhatikan dalam keadaan yang baik. Dan untuk pengembangan penulis menyarankan agar bentuk dari prototipe ini harus lebih baik lagi dan lebih nyaman bagi pengguna.

Daftar Pustaka

1. K. Kato, Y. Namiki, N. Thepvilojanapong, N. Tetsutani, Y. Ohta.2012.”*exploring analysis of football actions considering correlation of joints in the body*”.
 2. Y. Chang-Ming, H. Jwu-sheng, Y. Ching-Wen, W. Chih-Chung, C. Narissa.2011. ”*Dancing Game by Digital Textile Sensor, Accelerometer, and Gyroscope*”. IEEE Internationa Games Innovation Conference.
 3. H.O Seung, R.L. Yu. Dan N.K. Hyoung, “*A Novel EEG Feature Extraction Method Using Hjorth Parameter*”, Pusan National University, Busan, South korea, Vol 2, No 2., Juni 2014
 4. A.M. Jahangir, Z. Ishmat, dkk, “*A Multi-Sensor Approach for Fall Risk prediction and Prevention in Elderly*”, *Marquette University, Milwaukee, USA, 2014.*
 5. M.F. Dewan, Z. Li, dkk, ”*Hybrid Decision Tree and Naïve Bayes Classification For Multi-Class Classification Tasks*”. *Northumbria University, UK, United International University, Bangladesh, 2014.*
- Arthana, Resika. 2019.”Mengenal Accuracy, Precision, Recall dan specificity serta yang diprioritaskan dalam machine learning”. <https://medium.com/@rev1024/mengenal-accuracy-precision-recall-dan-specificity-serta-yang-diprioritaskan-b79ff4d77de8>