



Sistem Garis Gawang Pada Lapangan Futsal

Mohammad Fadlan Masi¹, Ardianto Wibowo² dan Rahmat Suhatman³

¹Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari, Rumbai, Pekanbaru, email: masifadlan@gmail.com

²Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari, Rumbai, Pekanbaru, email: ardie@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari, Rumbai, Pekanbaru, email: rahmat@pcr.ac.id

Abstrak

Olahraga futsal adalah sebuah permainan yang mengandalkan kekuatan fisik serta kemampuan seseorang dalam mengolah bola. Permainan ini banyak diminati oleh pria. Tidak hanya sepak bola saja yang mempunyai event piala dunia, namun futsal juga memiliki event tersebut. Banyaknya yang memainkan permainan ini maka tak terlepas dari permasalahan yang ada dalam permainan futsal ini, salah satu permasalahannya ialah sebuah goal yang tidak disahkan oleh wasit karena tidak melihat bola masuk ke dalam gawang, namun dilihat dari rekaman ulang melalui kamera berkecepatan tinggi terlihat jelas bahwa bola tersebut telah melewati garis digawang, dari permasalahan ini yang sering menjadi kontroversi dalam permainan tersebut. Maka dari itu telah diciptakan sebuah sistem yang mampu membantu wasit untuk memberi pertimbangan bola yang telah masuk ke dalam gawang, dengan melakukan pencitraan sistem ini mampu mendeteksi objek bola yang ditendang serta mampu melihat apakah bola tersebut sudah melewati garis atau belum dan bola yang telah dinyatakan goal akan secara otomatis mengirim pesan kepada wasit melalui gelang tangan khusus dengan tingkat keberhasilan sangat baik untuk mendeteksi bola dari segala sudut.

Kata Kunci: kontroversi, pencitraan, kamera kinect, deteksi bola

Abstract

Sports Futsal is a game that relies on physical strength as well as a person's ability with the ball . The game is in great demand by the men . Not only are the soccer world cup event has , but also has the futsal event . Many who play this game can not be separated from the existing problems in indoor soccer game , one of the problems is a goal that is not authorized by the referee for not seeing the ball into the goal , but seen from a re-recording through a high-speed camera is clear that the ball digawang has crossed the line , this problem is often a matter of controversy in the game . Thus it has created a system that is able to assist the referee to give consideration to the ball that has been entered into the goal , the imaging system is able to detect the object ball is kicked and be able to see whether the ball was over the line or not and the ball has been declared goal will automatically send a message to the referee via a special bracelet with a very good success rate for detecting the ball from all angles.

Keywords: controversy, imaging, kinect camera, ball detection

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Futsal adalah sebuah permainan yang hampir sama dengan sepak bola yang memiliki sedikit perbedaan yaitu, pemain futsal tidak sepenuhnya menggunakan tangan untuk melempar bola yang ke luar dari lapangan melainkan menggunakan kaki. Di dalam permainan futsal untuk satu timnya terdapat lima pemain yang berada dalam lapangan dan dua orang wasit yang mengawasi pertandingan. Peraturan futsal berbeda dengan peraturan dalam permainan pada sepak bola lapangan besar, namun di dalam lapangan futsal kita juga menemukan sebuah permasalahan seperti layaknya permasalahan pada lapangan sepak bola.

Maka berdasarkan dari contoh permasalahan di atas, pada penelitian ini dibuat sebuah aplikasi yang berjudul Sistem Garis Gawang Pada Lapangan Futsal menggunakan kamera Kinect yang diletakkan di atas mistar gawang pada lapangan futsal sebagai pendeteksi bola yang masuk kedalam gawang, sehingga sistem ini mampu membantu wasit dalam mempertimbangkan pengambilan keputusan dalam permainan futsal sehingga mengurangi terjadinya goal kontroversi dalam bermain futsal. Dengan menggunakan kamera Kinect yang mampu mendeteksi objek dengan sensor yang ada pada kamera, serta bisa mendeteksi gerakan dan lebih bagus, karena didukung dengan sensor *infrared* sehingga otomatis menyesuaikan pencahayaan dalam kondisi apapun.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka didapatkan disimpulkan rumusan masalah dalam pembuatan penelitian ini adalah:

1. Dapatkah sistem yang telah dibuat menjadi sebuah pertimbangan sah atau tidak sah sebuah goal dalam permainan futsal.
2. Sistem yang telah dibuat mampu untuk mendeteksi objek bola dan garis.
3. Bagaimana cara mengirimkan data ketika bola yang telah dinyatakan goal oleh sistem, kemudian data tersebut dikirimkan ke gelang tangan khusus yang digunakan oleh wasit.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat ruang lingkup penelitian ini cukup luas, maka penulis membatasi penelitian ini pada:

1. Sistem ini bekerja dengan menggunakan kamera Kinect.
2. Sistem ini hanya dibuat untuk membantu wasit dalam pertandingan futsal, sehingga wasit bisa mempertimbangkan keputusan yang diambil untuk goal atau tidaknya suatu tendangan ke arah gawang.
3. Sistem ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic*.
4. Sistem ini bekerja menggunakan modul Arduino uno dan KYL sebagai penyampaian pesan goal.

1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan

Dari rumusan masalah di atas, didapat tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Membantu wasit dalam mempertimbangkan sah atau tidaknya sebuah bola yang masuk ke dalam gawang.
2. Mendeteksi objek bola dan garis.

3. Mengirimkan data ketika bola yang telah dinyatakan goal oleh sistem, kemudian data tersebut dikirimkan kembali kegelang tangan yang digunakan.

1.4.2 Manfaat

Dari rumusan masalah di atas, maka didapat manfaat dari sistem ini, yaitu sistem ini berfungsi untuk membantu wasit dalam mempertimbangkan bola yang telah masuk ke gawang menjadi sah atau tidak.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Review Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang telah fokus pada deteksi pergerakan bola. Salah satu penelitian adalah penggunaan Robotino sebagai pengganti pemain dalam permainan sepak bola, serta menggunakan kamera sebagai sensor mata pada robot dengan melakukan proses objek *tracking* kepada bola kaki dan tiang gawang yang dibuatnya [1]. Penelitian lainnya, sebuah metode motion tracking diterapkan ke dalam sebuah permainan yang berjudul Kendali Raket pada Game Serangga Nakal Menggunakan Kamera [2]. Beberapa penelitian lainnya adalah dikembangkan Sistem Penjejak Bola Menggunakan Webcam Berbasis Prosesor ARM11, fungsinya mengenali dan mendeteksi keberadaan bola dengan sebuah webcam sebagai sensor untuk meng-capture obyek bola menggunakan Prosesor ARM11 [3], sebuah robot kiper yang fungsinya untuk memblok bola ke arah gawang dimana cara kerjanya adalah menggunakan webcam untuk melacak posisi bola yang telah dilakukan filtering warna HSL sebelumnya [4], serta pengembangan sebuah metode untuk mencari keakuratan dalam melacak bola, pada robot humanoid. Metode yang digunakan adalah Hough Transform, dengan metode tersebut bisa mendeteksi keberadaan bola meskipun bola tersebut ada yang menghambat [5].

2.2 Landasan Teori

Ada banyak landasan-landasan teori yang digunakan di dalam pembuatan sistem ini, namun penulis telah mengumpulkan landasan teori ataupun referensi-referensi yang sangat membantu penulis dalam penyelesaian penelitian ini, adapun landasan teori tersebut sebagai berikut:

2.2.1 Garis Gawang

Secara umum *Goal-line technology* adalah teknologi yang digunakan dalam pertandingan sepak bola untuk menentukan apakah bola telah melewati garis gawang atau belum. Saat ini baru ada dua teknologi yang disetujui untuk digunakan yaitu *Hawk-Eye* serta *GoalRef*. Teknologi *GoalRef* yaitu suatu sensor medan magnet yang diletakkan di sekitar wilayah gawang. Saat gawang dilewati oleh bola yang sudah ditanami sensor khusus, maka akan terjadi perubahan medan magnet pada sensor di sekitar gawang, perubahan medan magnet itu disalurkan ke pusat data serta kemudian dilanjutkan ke sang wasit. Dalam *GoalRef*, bola dilengkapi teknologi khusus dalam bentuk *microchip*. Bola berteknologi nantinya akan terdeteksi oleh alat elektronik yang terpasang tepat digaris dalam gawang.

2.2.2 Permainan Futsal

Futsal adalah permainan bola yang dimainkan oleh dua tim, yang masing-masing beranggotakan lima orang. Tujuannya adalah memasukkan bola ke gawang lawan, dengan memanipulasi bola dengan kaki. Selain lima pemain utama, setiap regu juga diizinkan memiliki pemain cadangan. Tidak seperti permainan sepak bola dalam ruangan lainnya, lapangan futsal dibatasi garis, bukan net atau papan. Futsal turut juga dikenali dengan berbagai nama lain. Istilah "futsal" adalah istilah internasionalnya, berasal dari kata Spanyol atau Portugis, *futbol* dan *sala*.

2.2.3 Visual Basic

Microsoft Visual Basic (VB) merupakan sebuah bahasa pemrograman yang menawarkan *Integrated Development Environment* (IDE) visual untuk membuat program perangkat lunak berbasis sistem operasi *Microsoft Windows* dengan menggunakan model pemrograman (COM).

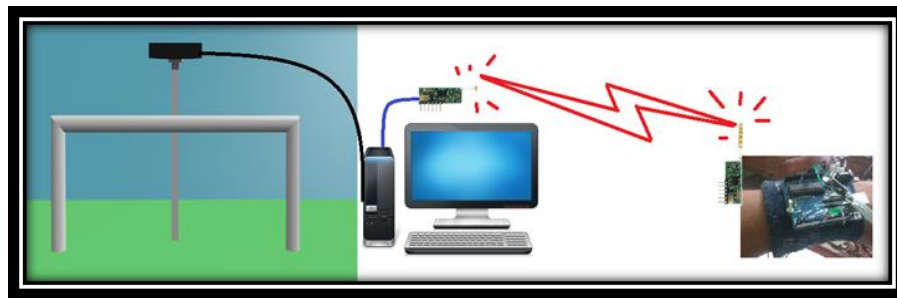
Visual Basic merupakan turunan bahasa pemrograman *BASIC* dan menawarkan pengembangan perangkat lunak komputer berbasis grafik dengan cepat.

Dalam pemrograman untuk bisnis, *Visual Basic* memiliki pangsa pasar yang sangat luas. Sebuah survey yang dilakukan pada tahun 2005 menunjukkan bahwa 62% pengembang perangkat lunak dilaporkan menggunakan berbagai bentuk *Visual Basic*, yang diikuti oleh *C++*, *JavaScript*, *C#*, dan *Java*.

3. Perancangan

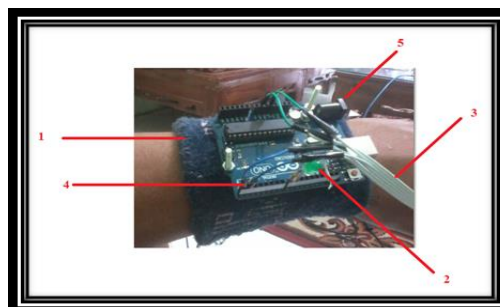
3.1 Arsitektur Sistem

Pada bab ini akan membahas perancangan dalam pembuatan prototype Sistem Garis Gawang Pada Lapangan Futsal.



Gambar 1. Arsitektur perancangan sistem

Pada Gambar 1 dapat dilihat kamera Kinect ditempatkan di atas mistar gawang yang memiliki fungsi untuk mendeteksi objek bola serta garis. Kamera Kinect terhubung dengan komputer yang telah di-*install* aplikasi sistem garis gawang, apabila sistem mendeteksi objek bola melewati garis maka sistem akan otomatis mengirim data melalui KYL yang telah dipasang pada komputer ke-KYL yang dipasang pada gelang tangan khusus yang telah dibuat. Pesan goal ditampilkan berupa lampu LED, lampu tersebut akan menyala jika terjadi goal.



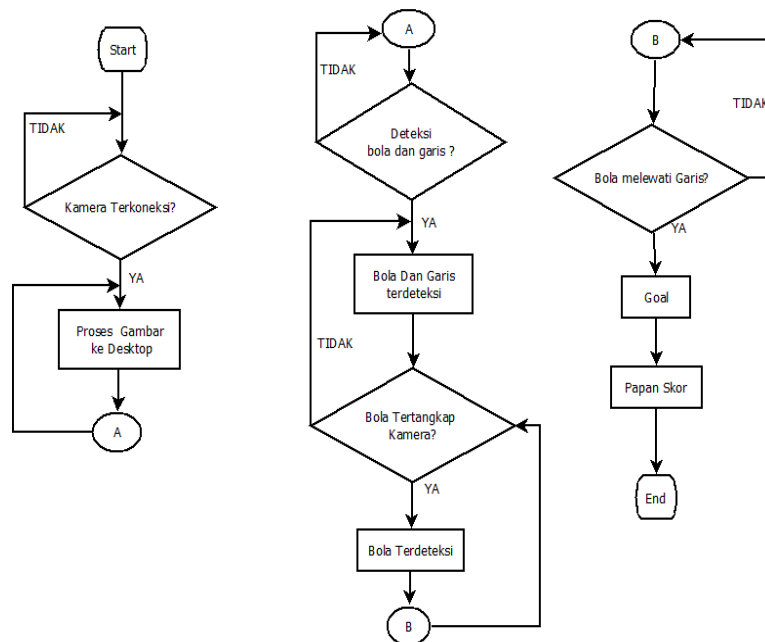
Gambar 2. Gelang tangan

Gambar 2 merupakan bentuk arsitektur dari gelang tangan. Penjelasan komponen-komponen gelang tangan adalah sebagai berikut:

1. Gelang tangan olah raga, berfungsi untuk menyangga *board* Arduino.
2. Lampu LED yang berfungsi sebagai pesan goal. Apabila sistem telah menyatakan bola masuk kedalam gawang lampu LED ini akan otomatis hidup dan akan otomatis mati setelah bola keluar dari gawang.
3. Kabel penghubung KYL ke-*board* Arduino, ada 4 pin yang digunakan pada kabel ini, pin 1 untuk GND (*ground*), pin 2 untuk VCC yaitu *power supply* DC, pin 3 dan 4 merupakan pin RX/TX yang fungsinya untuk mengirim dan menerima data.
4. *Board* Arduino yang dipasang pada gelang tangan olah raga.
5. *Port* untuk arus menghidupkan *board* Arduino

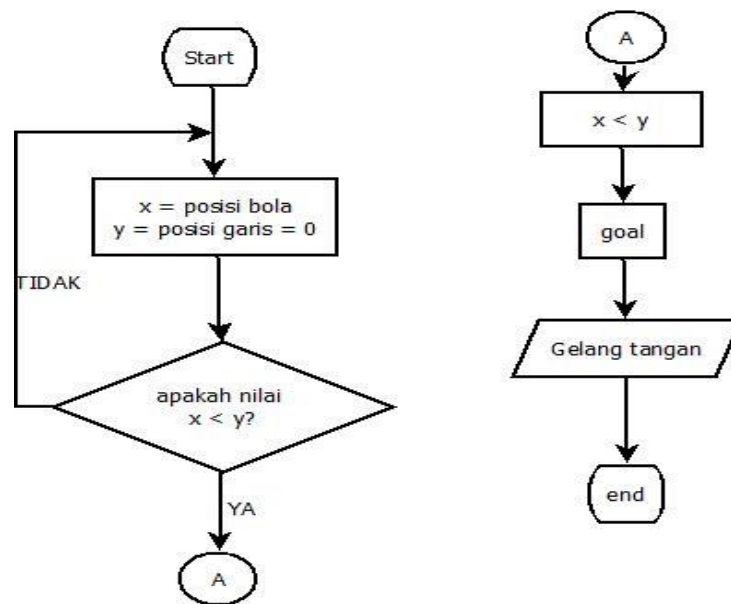
3.2 Flowchart

Gambar 3. menjelaskan tentang alur kerja (*flowchart*) dari sistem garis gawang pada lapangan futsal:

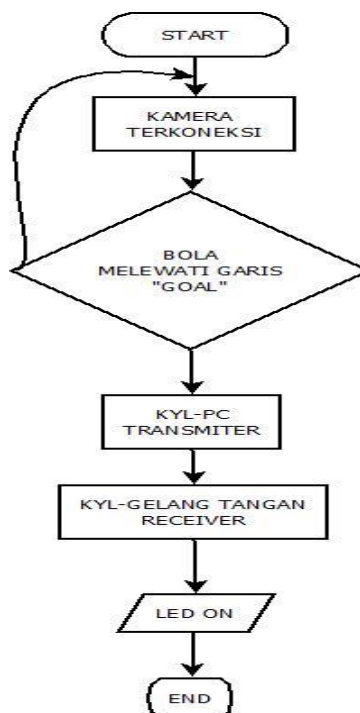


Gambar 3. Flowchart cara kerja sistem

Gambar 4. menjelaskan bagaimana cara sistem ini menangkap objek bola dan membuat objek garis, serta bagaimana cara mengetahui syarat apabila bola melewati koordinat garis.



Gambar 2. Flowchart detail cara menangkap bola yang melewati garis



Gambar 3. Flowchart pengiriman pesan goal ke gelang tangan

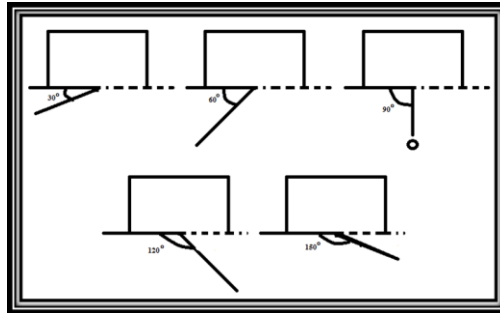
Gambar 5 menjelaskan cara sistem menyampaikan pesan goal yang telah dinyatakan oleh sistem ke gelang tangan khusus yang telah dibuat.

3.3 Metode Pengujian Sistem

Pengujian penelitian ini dilakukan dengan berbagai cara, gunanya untuk mencoba tingkat keberhasilan sistem ini dalam mendeteksi objek bola dan garis serta pengiriman pesan goal gelang tangan wasit.

3.3.1 Pengujian Sudut Tendangan

Untuk melakukan pengujian ini seperti yang terlihat pada Gambar 6 ialah sebuah skenario dengan cara membagi sudut tendangan kearah gawang. Pada masing-masing sudut diberi tendangan sebanyak 20 kali dengan kecepatan yang sama dan dalam kondisi yang sama, sudut-sudut tendangan telah ditentukan sebelumnya diantaranya sudut 30° , 60° , 90° , 120° dan 150° .



Gambar 4. Skenario pertama

Tujuan dilakukannya percobaan diatas untuk menghitung tingkat keberhasilan arah dari tendangan bola yang ditendang ke dalam gawang.

3.3.2 Pengujian Pengiriman Pesan

Untuk melakukan pengujian ini dilakukan sebuah skenario yang dilakukan berdasarkan pada percobaan sudut tendangan. Apabila bola yang ditendang pada masing-masing sudut terdeteksi oleh sistem, maka sistem akan mengirimkan pesan secara langsung ke gelang tangan yang telah dibuat.

3.3.3 Pengujian Kecepatan

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mencoba sistem langsung dilapangan futsal, sistem ini akan diuji dalam mendeteksi kecepatan bola yang ditendang oleh para pemain futsal. Pada pengujian ini dilakukan selama permainan futsal berlangsung dan sesuai pada kondisi bermain yang *real* atau dalam kondisi pertandingan. Fungsi dilakukan percobaan ini ialah untuk mencari seberapa kencang bola yang ditendang kearah gawang yang berhasil atau tidak berhasil dideteksi oleh sistem ini.

4. Pengujian Sistem

Pada bagian ini telah dilakukan percobaan dengan menggunakan gawang replika yang dapat kita lihat pada. Ukuran gawang replika yang dibuat mengacu pada ukuran gawang futsal yang sebenarnya yaitu 2 m x 3 m.

Pada percobaan ini telah dilakukan pengambilan sampling tendangan kearah gawang pada masing-masing sudut sebanyak 20 kali tendangan terhadap sudut-sudut yang telah ditentukan, maka didapatkan data yang ada pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil data percobaan tendangan

No	Sudut Tendangan	Jumlah Sampling	Tendangan Terdeteksi	Tendangan Gagal Terdeteksi
1	Sudut 30°	20	19	1
2	Sudut 60°	20	19	1
3	Sudut 90°	20	20	0
4	Sudut 120°	20	20	0
5	Sudut 150°	20	18	2
	Rata-rata	100	96	4

Dari data hasil percobaan tendangan pada Tabel 1 dapat dilihat hampir dari semua sudut dari tendangan sistem ini mampu mendeteksi objek bola dan menyatakan goal dengan baik yakni dapat dilihat dari rata-rata 100 kali jumlah percobaan pada tendangan untuk semua sudut, 96 tendangan berhasil dinyatakan goal oleh sistem ini.

Kesimpulan dari percobaan ini ialah tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi objek bola dan menyatakan goal dari berbagai sudut sangatlah tidak berpengaruh karena dapat dilihat dari rata-rata hasil percobaan yang ada pada tabel.

4.1 Pengujian Pengiriman Pesan

Pada pengujian ini berfungsi untuk mengukur keakuratan pesan goal yang telah dinyatakan oleh sistem kemudian dikirimkan secara otomatis ke gelang tangan. Percobaan ini dilakukan secara bersamaan dengan percobaan sebelumnya pada Tabel 1.

Pada Tabel 2 dibawah ini merupakan hasil data percobaan dari Tabel sebelumnya, namun telah ditambahkan satu buah field yaitu pesan goal gelang tangan yang fungsinya melihat pesan goal yang telah dinyatakan oleh sistem kemudian dikirimkan gelang tangan.

Tabel 2. Tabel pengiriman pesan goal

No	Sudut Tendangan	Jumlah Sampling	Tendangan Terdeteksi	Tendangan Gagal Terdeteksi	Pesan Goal Gelang Tangan (%)
1	Sudut 30°	20	19	1	100%
2	Sudut 60°	20	19	1	100%
3	Sudut 90°	20	20	0	100%
4	Sudut 120°	20	20	0	100%
5	Sudut 150°	20	18	2	100%
			Rata – rata		100%

Pada Tabel 2 diatas terlihat penyampaian pesan goal dikirimkan langsung gelang tangan tanpa ada pesan yang terlewatkan, karena pada sistem ini menggunakan modul KYL sebagai penjemputan pengiriman data pesan goal. Sehingga modul KYL sangat baik untuk mengirim data secara *wire*. Kesimpulan percobaan pengiriman pesan goal yang dikirimkan secara akurat dengan menggunakan modul tersebut.

4.2 Pengujian Kecepatan

Setelah melakukan pengujian kecepatan guna untuk mengukur kecepatan bola yang ditendang serta sanggupkah sistem ini mendeteksi bola yang telah ditendang, telah disimpulkan kedalam Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Pengukuran kecepatan tendangan

No	Jumlah tendangan	Jarak	Waktu	Kecepatan m/s	Pesan goal
1	Tendangan 1	6,5	0,56	11,6	Tidak berhasil
2	Tendangan 2	8	0,96	8,3	Berhasil
3	Tendangan 3	1	0,33	3,0	Berhasil
4	Tendangan 4	6	0,28	21,4	Tidak berhasil
5	Tendangan 5	4,5	0,37	12,2	Tidak berhasil
6	Tendangan 6	7	0,58	12,1	Tidak berhasil
7	Tendangan 7	6,5	0,34	19,1	Berhasil
8	Tendangan 8	5	0,31	16,1	Tidak berhasil
9	Tendangan 9	2	0,26	7,7	Tidak berhasil
10	Tendangan 10	3	0,94	3,2	Tidak berhasil
11	Tendangan 11	0,5	0,45	1,1	Berhasil
12	Tendangan 12	7	0,89	7,9	Tidak berhasil
13	Tendangan 13	3,5	0,17	20,6	Tidak berhasil
Rata - rata				11,1	

Berdasarkan hasil percobaan sesuai dengan data pada tabel 3 diatas dapat disimpulkan bahwa sistem ini belum mampu untuk menangani kecepatan para penendang bola yang ada dilapangan futsal selama pertandingan berlangsung, bola yang tidak berhasil dideteksi oleh sistem ini ketika bola yang ditendang melambung diluar jangkauan pandang sistem sehingga sistem tidak bisa mendeteksi keberadaan bola. Sistem ini hanya bisa mendeteksi bola dengan keadaan tendangan yang berjalan datar serta berhenti didalam gawang, sehingga sistem ini belum bisa digunakan dalam pertandingan futsal.

4.3 Kelebihan Serta Kekurangan Sistem

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat ditemukan keunggulan serta kekurang pada sistem ini sebagai berikut:

4.3.1 Kelebihan Sitem

1. Mampu mendeteksi objek bola serta objek garis.
2. Mampu mengirimkan pesan goal secara akurat.
3. Mampu mendeteksi berbagai macam bentuk warna bola.
4. Mampu menentukan bola yang telah masuk ke dalam gawang menjadi sebuah goal.

4.3.2 Kekurangan Sistem

1. Peletakan kamera berada didalam lapangan.
2. Tidak mendeteksi bola yang ditendang terlalu cepat.
3. Tidak mendeteksi bentuk bola yang tidak bula sempurna seperti ada benda lain yang membuat bentuk bola menjadi tidak bulat sempurna.
4. Tidak mendeteksi keadaan bola yang diluar area pandangan kamera.
5. Tidak hanya bola saja yang bisa dideteksi oleh sistem, misalnya ada benda berbentuk bulat maka sistem ini akan mendeteksi benda tersebut sebagai objek.
6. Kamera tidak meng-cover luas keseluruhan gawang dan hanya meng-cover 62%.

4.4 Analisa Pengujian

Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan serta disimpulkan hasil analisisnya sebagai berikut:

4.4.1 Analisa Pengujian Sudut Tendangan

Pada analisa sudut tendangan tidak menjadi hambatan oleh sistem karena berdasarkan percobaan yang telah dilakukan sistem mampu mendeteksi bola yang ditendang dari berbagai macam sudut.

4.4.2 Analisa Pengiriman Pesan

Pada analisa ini data yang diambil yaitu data yang ada pada pengujian tendangan, karena pengujian ini saling berhubungan datanya. Percobaan ini hanya menghitung seberapa akurat data pesan goal yang dikirimkan oleh sistem ke gelang tangan. Dapat dianalisa bahwa dengan menggunakan modul KYL, data yang dikirimkan secara *wire* tidak mengalami proses waktu tunggu yang sangat lama, dikarenakan modul KYL sangat bagus untuk pengiriman data secara *wire* pada lapangan futsal.

4.4.3 Analisa pada Pengujian Kecepatan

Berdasarkan data kecepatan yang telah didapatkan dapat dianalisa bahwa sistem ini tidak bisa mendeteksi kecepatan tendangan bola para pemain futsal, sistem ini mampu mendeteksi bola goal ketika bola tersebut masih berada didalam gawang.

4.4.4 Analisa kelemahan sistem

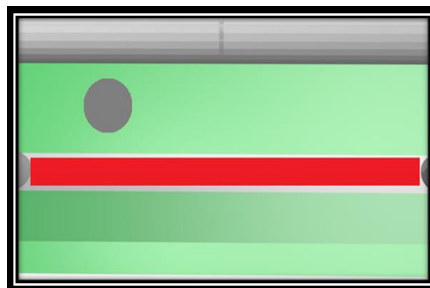
Setelah melakukan berbagai bentuk pengujian maka sistem ini juga memiliki kelemahan yaitu :

4.4.4.1 Bola

Untuk mendeteksi bola pada sistem ini dilakukan proses pencitraan, jadi keadaan bola yang mampu dideteksi oleh sistem harus berbentuk bulat sempurna, apabila ada suatu kondisi dimana bola yang terdeteksi oleh kamera tidak berbentuk bulat karena ada benda lain yang bersentuhan dengan bola, maka sistem tidak bisa membaca kondisi bola tersebut, karena sistem akan mendeteksi bentuknya tidak seperti bulat lagi.

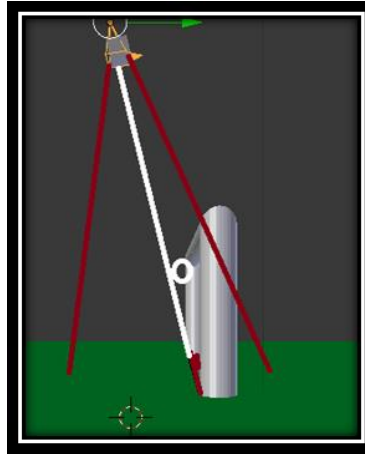
4.4.4.2 Garis

Berdasarkan pengujian peletakkan posisi kamera Kinect yang telah dilakukan, untuk kamera yang berfokuskan pada garis gawang cukup efektif terhadap pengujian ini yang ada pada gambar 7, namun terdapat juga kesalahan yang terjadi seperti pada gambar 8 bahwa gambar tersebut yang telah buat dalam bentuk animasi, terlihat bahwa bola yang melambung langsung dideteksi oleh sistem karena bola telah melewati garis.



Gambar 1. Kondisi bola yang melayang terlihat goal oleh kamera

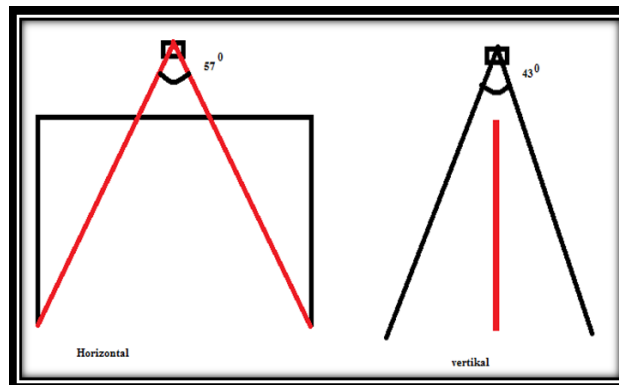
Namun pada gambar 8 yang dilihat dari samping bahwa bola yang melambung tersebut tidak melewati, bahkan tidak masuk kedalam gawang dikarenakan posisi kamera dimajukan kedepan serta garis yang dibuat oleh sistem menjadi miring seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 2. Tampak dari samping bola belum masuk kedalam gawang

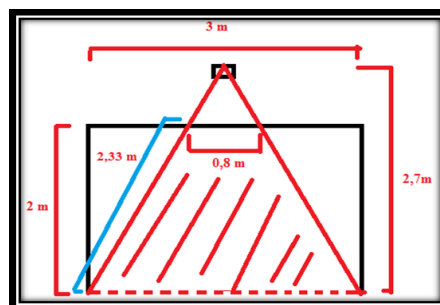
4.4.5 Analisa gawang dan ketinggian kamera

Sudut pandang dari kamera Kinect secara spesifik terlihat pada gambar 4.9 untuk *angel horizontal* Kinect ialah 57° sedangkan untuk *angel vertical* ialah 43° .



Gambar 3. Sudut pandang kamera kinect

4.4.5.1 Hasil perhitungan area cakupan berdasarkan oleh peneliti



Gambar 4. Perhitungan menggunakan satu kamera kinect

Pada gambar 10 diatas yang ingin dicari perhitungannya ialah menghitung cakupan area yang terdeteksi oleh kamera Kinect, untuk menghitung luas area yang dapat dideteksi oleh kamera Kinect menggunakan rumus trapesium seperti dibawah ini.

$$l = \frac{1}{2} \text{ jumlah sisi sejajar } \times \text{ tinggi } \dots \dots \dots (1)$$

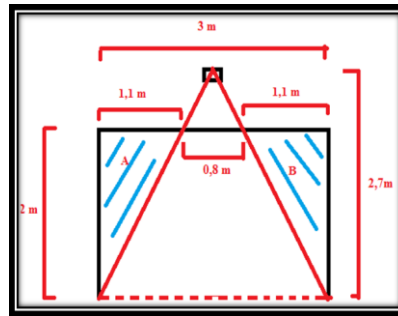
$$\text{luas area} = \frac{1}{2} \times (3\text{m} + 0,8\text{m}) \times 2\text{m}$$

$$\text{luas area} = \frac{1}{2} \times 3,8\text{m} \times 2\text{m}$$

$$\text{luas area} = 1,9\text{m} \times 2\text{m}$$

$$\text{luas area} = 3,8\text{m}$$

Jadi luas area yang diaksir pada gambar diatas ialah 3,8 m area yang mampu dicakup oleh 1 buah kamera Kinect terhadap gawang futsal ialah seluas 3,8m. Sedangkan untuk area yang tidak terlihat oleh kamera Kinect dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini.



Gambar 5. Perhitungan area yang tidak terlihat oleh kamera kinect

Pada gambar 11 di atas untuk mencari luas daerah cakupan yang tidak terlihat oleh kamera Kinect ialah menggunakan rumus segitiga yaitu

$$\text{luas } \Delta = \frac{\text{alas} \times \text{tinggi}}{2} \quad (2)$$

$$\text{luas } \Delta A = \frac{1,1\text{m} \times 2\text{m}}{2}$$

$$\text{luas } \Delta A = \frac{2,2\text{m}}{2}$$

$$\text{luas } \Delta A = 1,1\text{m}$$

Untuk menghitung luas daerah yang b cara menghitung luasnya sama dengan menghitung luas segitiga yang A, sehingga didapatkan total keseluruhan daerah yang tidak terbaca oleh kamera Kinect ialah *total keseluruhan = luas ΔA + luas ΔB*

$$\text{total keseluruhan} = 1,1\text{m} + 1,1\text{m}$$

$$\text{total keseluruhan} = 2,2\text{m}$$

Sehingga untuk apabila disusun dari keseluruhan terlihat sebagai berikut ini :

- Luas area yang berhasil dicapai kamera = 3,8 m
- Luas area yang tidak berhasil dicapai kamera = 2,2 m. Dihitung dalam bentuk persen: luas gawang futsal keseluruhan

$$l = \text{panjang} \times \text{lebar} \quad (3)$$

$$3m \times 2m = 6m$$

Maka luas gawang futsal = $6m = 100\%$

$$\text{Maka } \frac{100\%}{6} = 16,6667$$

Jadi untuk area cakupan yang terdeteksi oleh kamera Kinect ialah :

$$3,8m \times 16,6667 = 64 \%$$

Yang tidak terdeteksi oleh kamera Kinect ialah :

$$2,2 \times 16,6667 = 36 \%$$

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan percobaan-percobaan serta pengujian sistem garis gawang ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari percobaan tendangan berdasarkan sudut maka sistem ini mampu untuk mendeteksi seluruh sudut tendangan yang ada, namun untuk kecepatan tendangan bola sistem ini belum bisa diimplementasikan pada pertandingan futsal yang sebenarnya.
2. Untuk proses pengiriman pesan goal kegelang tangan yang telah dibuat, sistem ini mampu menyampaikan pesan goal tanpa ada delay, karena dapat dilihat dari hasil percobaan yang telah dilakukan. Setiap bola masuk kedalam gawang kemudian sistem telah menyatakan bola tersebut goal maka pesan akan langsung dikirimkan tanpa ada proses waktu yang lama. Untuk itu modul KYL ini sangat membantu dalam proses pengiriman data secara *wire*.
3. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan untuk pencarian area yang terdeteksi oleh kamera kinect maka dapat disimpulkan bahwa area yang dapat ditangkap oleh kamera kinect ialah 64% sedangkan selebihnya tidak dapat ditangkap oleh kamera kinect

5.2 Saran

Berdasarkan dari melakukan percobaan serta pembuatan sistem ini penulis memberikan saran bagi pengembang penelitian ini yang meliputi :

1. Untuk kamera yang digunakan peneliti merekomendasikan kamera yang digunakan memiliki kecepatan tinggi dalam merekam mekecepatan.
2. Agar bisa membaca objek bola dengan baik pengembang sistem ini mampu untuk mendeteksi bola secara 3D serta mampu mendeteksi kondisi objek bola yang didapatkan menjadi lebih baik lagi dalam pendeteksian.
3. Posisi peletakan kamera berada diluar lapangan agar terhindar dari jangkauan bola.
4. Desain jam tangan dapat diminimaliskan lagi serta diberi tanda sinyal pesan berupa getaran.

Daftar Pustaka

- [1] Nahla, G.S., Wardana, S., & Pramadihanto, D. (2010). *Tracking Bola Menggunakan Robotino Kamera*. Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] Kustiawan, D., (2013). Kendali Raket pada Game Serangga Nakal Menggunakan kamera. Jurusan Teknik Komputer Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [3] Yulyandri, A., Ardilla, F., & Setiawardhana. (2010). Sistem Penjejukan Bola Menggunakan *Webcam* Berbasis Prosesor ARM11. Jurusan Teknik Komputer Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [4] Rahman, A., (2013). *Colored Ball Position Tracking Method for Goalkeeper Humanoid Robot Soccer*. TELKOMNIKA Yogyakarta
- [5] Budden, D., (t.t). *A Novel Approach to Ball Detection for Humanoid Robot*