

# OPTIMASI AKURASI DETEKSI GOAL GAWANG FUTSAL DENGAN METODE *SQUARE GRID*

Suwasono<sup>1</sup>, Irawan Dwi W<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro-Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang

<sup>2</sup>Teknik Elektro-Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang

---

## INFO ARTIKEL

### *Riwayat Artikel:*

Diterima: 20-12-2016

Disetujui: 20-3-2017

---

### *Kata kunci:*

goal;

PIXU CMU CAM;

futsal;

square grid

---

## ABSTRAK

**Abstract:** In recent past, futsal field development in Indonesia is rapidly growing since this sport is getting popular among the people. Futsal is a one kind of football with different rules of playing. Similarly, futsal aims at shooting a ball to the opponents goal post. Additionally, in futsal also referee serves to determine the eligibility of goal made by the players and command the whole game. Conventionally, in determining the goal made by the players relies on the eyes movement skill in overseeing the ball. However, it claims to be inaccurate and ineffective. Thus, this research deals with the development of Optimization Accuracy System in Goal Detection using Square Grid Model in Laser and Photodiode and using additional validation through pixy camera which can work hand in hand with the referee in taking a decision of a goal made. Data Validation of PIXY CMU CAM in the form of color detection and referee decision data will be sent through bluetooth to the system. The system trials showed that the accuracy level of ball detection using square grid method was 80%. It indicated that the improvement of efficiency reaches 30% compare to the manual one.

**Abstrak:** Beberapa tahun belakangan ini, pertumbuhan lapangan futsal di Indonesia sangat pesat seiring dengan semakin diminatinya olahraga futsal. Futsal merupakan salah satu cabang olahraga sejenis sepakbola, namun hanya berbeda pada aturan permainannya. Olahraga futsal bertujuan untuk memasukkan bola ke dalam gawang lawan. Sama halnya dengan sepakbola, di dalam aturan permainan futsal terdapat wasit untuk menentukan sah tidaknya bola masuk ke dalam gawang dan mengatur jalannya pertandingan. Pada saat ini, penentuan gol dibuat berdasarkan kemampuan pancaindra mata dalam melihat setiap pergerakan bola. Sehingga, dinilai kurang akurat dan efektif apabila dalam memutuskan sah tidaknya bola masuk ke dalam gawang. Penelitian ini mengembangkan sistem Optimasi Akurasi Deteksi Goal dengan Metode Square Grid pada laser dan photodiode dan menggunakan validasi tambahan menggunakan camera pixy dan wasit yang dapat bekerja secara bersamaan dan otomatis dalam memberi keputusan sah tidaknya goal. Data validasi PIXY CMU CAM berupa deteksi warna bola dan data keputusan wasit dikirim menggunakan bluetooth ke sistem. Pada pengujian sistem didapat tingkat akurasi deteksi bola pada gawang futsal metode square grid sebesar 80%. Peningkatan efisiensi dalam menggunakan sistem ini dibandingkan dengan cara manual sebesar 30%.

---

### *Alamat Korespondensi:*

Suwasono

Teknik Elektro-Fakultas Teknik

Universitas Negeri Malang

Jalan Semarang 5 Malang

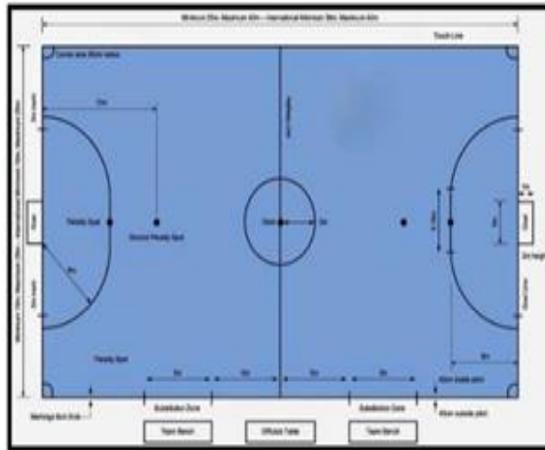
E-mail: suwasono.ft@um.ac.id

Futsal masuk ke Indonesia sekitar tahun 1998—1999 dan baru dikenal masyarakat pada tahun 2000-an. Pada saat itulah futsal mulai berkembang dengan maraknya sekolah-sekolah futsal di Indonesia. Kemudian, pada tahun 2002 AFC meminta Indonesia untuk menggelar kejuaraan Piala Asia (De Padua, dkk, 2015). Beberapa tahun belakangan ini, pertumbuhan lapangan futsal di Indonesia sangat pesat, tetapi sistem deteksi bola masuk ke dalam gawang yang digunakan masih sangat sederhana dengan menggunakan pancaindra operator pertandingan sehingga berdampak pada sistem penilaian (score) yang kurang cermat dan banyak terjadi permasalahan sah tidaknya bola masuk ke dalam gawang (De Padua, dkk, 2015). Sehingga, perlu dilakukan pengembangan sistem akurasi untuk mendeteksi goal pada gawang futsal yang valid dan efisien sehingga memudahkan dalam mengambil keputusan sah tidak goal yang terjadi.

Sistem goal pada gawang futsal yang ada sekarang masih dalam bentuk manual, sedangkan untuk mengadopsi deteksi goal pada gawang sepak bola terlalu mahal dan tidak efisien disebabkan ukurannya berbeda dan tingkat gangguan di daerah gawang antara sepak bola dan futsal berbeda terutama peletakan jumlah kamera dan jumlah sensor yang ada di gawang sepak

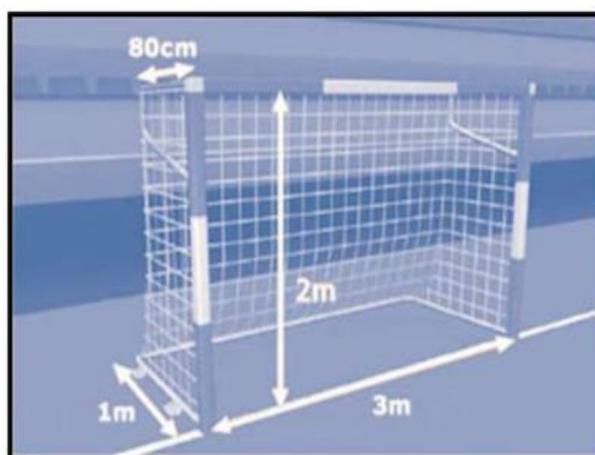
bola. Penelitian ini diharapkan dapat mendeteksi goal secara akurat, efisien, dan cepat pada gawang futsal dengan menerapkan metode square grid untuk peletakan sensor dan validasi tambahan sebagai input keputusan sah tidaknya goal berupa camera pixy sebagai pendeteksi warna dan wasit sebagai input akhir dari keputusan sah tidaknya goal yang terjadi.

Secara resmi, badan sepak bola dunia FIFA menyebutkan futsal pertama kali dimainkan di Montevideo, Uruguay, tahun 1930. Futsal adalah permainan sejenis sepakbola yang dimainkan dalam lapangan yang berukuran lebih kecil. Permainan ini dimainkan oleh 10 orang (masing-masing tim 5 orang) saja, dan maksimal 9 pemain cadangan. Menggunakan bola yang lebih kecil dan lebih berat daripada yang digunakan dalam sepak bola. Gawang yang digunakan dalam futsal juga lebih kecil (De Padua, dkk, 2105). Lapangan harus berbentuk persegi panjang dengan garis yang ada di samping harus lebih panjang daripada garis gawang. Ukuran lapangan yaitu, panjang 25—42 meter, lebar 15—25 meter. Untuk ukuran yang berstandar Internasional adalah panjang 38—42 meter, lebar 18—25 meter (De Padua, dkk, 2015).



**Gambar 1. Ukuran Lapangan Futsal**

Ukuran gawang lapangan futsal terdiri atas lebar 3 meter dan tinggi 2 meter. Kedua tiang gawang dan palang gawang memiliki lebar dan dalam yang sama, yaitu 8 cm, serta diberi jaring yang bahannya terbuat dari rami atau nilon (De Padua, dkk, 2015). Ukuran Gawang futsal diperlihatkan pada Gambar 2 dimana harus ditempatkan pada bagian tengah dari masing-masing garis gawang. Gawang terdiri atas 2 tiang gawang (*goal post*) yang sama dari masing-masing sudut dan dihubungkan dengan puncak tiang oleh palang gawang secara horizontal (*cross bar*). Jarak antar tiang ke gawang 3 m dan jarak dari ujung bagian bawah tanah ke palang gawang adalah 2 m. Kedua tiang gawang dan palang gawang memiliki lebar dan dalam yang sama yakni 8 cm. Jaring dapat dibuat dari nilon yang diikat ke tiang gawang dan palang gawang di bagian belakang yang diberi beban (De Padua, dkk, 2015).



**Gambar 2. Ukuran Gawang Futsal**

### ***Sensor Photodiode***

Photodiode adalah suatu jenis diode yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya (mendeteksi cahaya) yang diubah menjadi arus listrik dengan nilai resistansi tertentu. Apabila terkena cahaya, maka photodiode bekerja seperti diode pada umumnya yang dapat menghantarkan arus listrik, karena nilai resistansinya kecil, tetapi jika tidak mendapat cahaya, maka photodiode berperan seperti resistor dengan nilai tahanan yang besar sehingga arus listrik tidak dapat mengalir (Fitriana, dkk 2016).

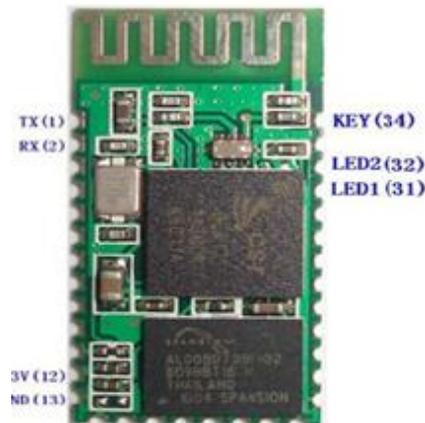
Cahaya yang dapat dideteksi yaitu cahaya inframerah, cahaya tampak, ultra ungu sampai sinar-X. Photodiode dibuat dari bahan semikonduktor seperti silicon (Si), gallium arsenide (GaAs), indium antimonide (InSb), indium arsenide (InAs), lead selenide (PbSe) dan timah sulfide (PBS) yang dapat menyerap cahaya dengan karakteristik panjang gelombang mencakup: 2500 A—11000 A untuk silicon, 8000 A—20.000 A untuk GaAs (Amarasinghe, 2008).

### ***Laser***

Laser merupakan komponen semikonduktor sejenis diode (LD), menghasilkan radiasi koheren yang dapat dilihat oleh mata ataupun dalam bentuk spectrum inframerah (Infrared/IR) ketika dialiri arus listrik. Laser merupakan singkatan dari light amplification by stimulated emission of radiation yang artinya adalah mekanisme dari suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik melalui proses pancaran terstimulasi. Diode laser dibagi menjadi 2 jenis, yaitu diode daya rendah dan tinggi (Amarasinghe, 2008).

### ***Bluetooth HC-05***

HC-05 adalah sebuah modul Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) untuk komunikasi serial wireless (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke bluetooth. HC-05 memiliki jenis 'civil series'. HC-05 menggunakan modulasi Bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radion berfrekuensi 2.4 GHz. Modul ini dapat digunakan sebagai slave maupun master. Interface yang digunakan adalah serial RXD, TXD, VCC, dan GND. 4 pin interface 3.3V dapat langsung dihubungkan ke berbagai macam mikrokontroler (khusus Arduino, 8051, 8535, AVR, PIC, ARM, MSP430, etc.) (Vikram, 2008). Modul bluetooth diperlihatkan dalam Gambar 3.



**Gambar 3. Bluetooth**

### ***Pixy CMU Cam 5***

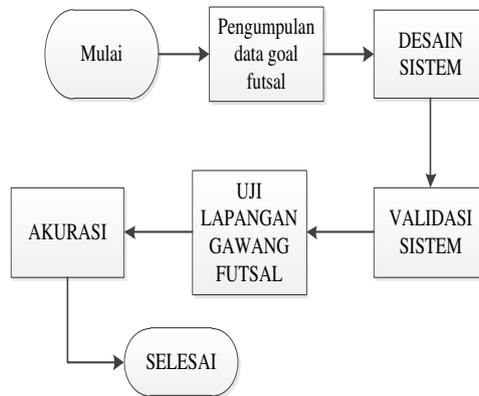
Pixy CMU Cam 5 merupakan image sensor dengan prosesor yang powerful yang diprogram untuk mengirimkan informasi berupa data gambar, sehingga mikrokontroler tidak terbebani dengan proses pembacaan data. Proses pengiriman data pada Pixy CMU cam 5 dapat dilakukan dengan berbagai jalur komunikasi data, di antaranya UART serial, SPI, I2C, digital out maupun analog out. Pixy CMU Cam 5 juga menggunakan warna dan saturasi sebagai sasaran utama pada pendeteksi gambar. Ini berarti bahwa pencahayaan atau exposure tidak akan memengaruhi deteksi sensor pada suatu objek. Sensor ini juga mampu mengingat tujuh warna yang berbeda, menemukan ratusan benda pada saat yang sama dengan kecepatan 50 fps. Modul kamera diperlihatkan dalam Gambar 4.



**Gambar 4. Modul pixy CMU CAM 5**

### **METODE**

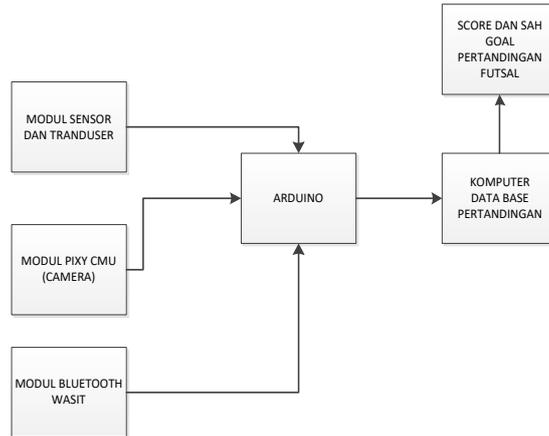
Penelitian ini menggunakan Metode R & D (Research and Development). Langkah-langkah penelitian sebagai berikut. *Pertama*, pengumpulan data gol yang terjadi di beberapa tempat futsal dicatat terdapat beberapa kesalahan dalam penentuan gol oleh wasit. *Kedua*, penyebab-penyebab kesalahan penentuan gol dirangkum untuk dibuat sistem yang dapat meningkatkan akurasi dalam deteksi gol. *Ketiga*, setelah dilakukan validasi sistem berdasarkan studi literatur dan data lapangan yang diambil di beberapa tempat futsal. *Keempat*, kemudian dilakukan uji coba di lapangan sebenarnya dengan melibatkan data valid dengan asumsi semua tendangan ke arah gawang valid. *Kelima*, data uji lapangan dikalkulasi dengan data valid untuk didapat tingkat akurasi sistem yang dibuat.



**Gambar 5. Metode Penelitian**

### **DESAIN SYSTEM**

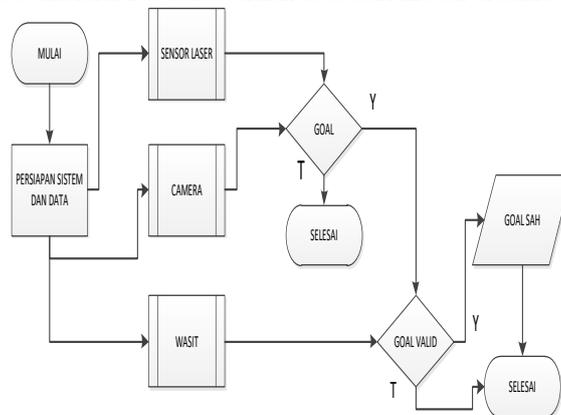
Desain sistem yang akan dibuat berdasarkan alur pada gambar 6. Sistem terdiri dari beberapa modul yaitu modul sensor dan transduser, modul pixy cmu, modul bluetooth, modul penerima dan mengelola data berupa modul arduino, dan modul aplikasi di komputer untuk ditampilkan pada layar berupa *score* yang memiliki gol yang valid.



**Gambar 6. Desain System**

**PRINSIP KERJA SISTEM**

Prinsip kerja sistem diperlihatkan dalam gambar 7 dijelaskan sebagai berikut. *Pertama*, persiapan sistem dan data ketika pertandingan futsal dimulai diasumsikan terjadi 10 kali gol valid. *Kedua*, sensor laser dan tranduser merespon pegerakan bola di garis gawang dimana dipasang dengan menggunakan 3 metode, yaitu vertikal, horisontal, dan square grid. Apabila sensor mendeteksi pergerakan bola, maka keputusan goal ditunggu dengan output dari modul camera bahwa bola terdeteksi berdasarkan warna. *Ketiga*, jika modul sensor-tranduser dan camera memberi data valid gol maka ditunggu data dari wasit berupa data pelanggaran yang dikirim via bluetooth ke sistem. *Keempat*, jika ketika 3 modul tersebut memberi data valid gol maka sistem menampilkan tampilan *score board goal* melalui PC berdasarkan data dari modul arduino.



**Gambar 7. Alur Prinsip Kerja Sistem**

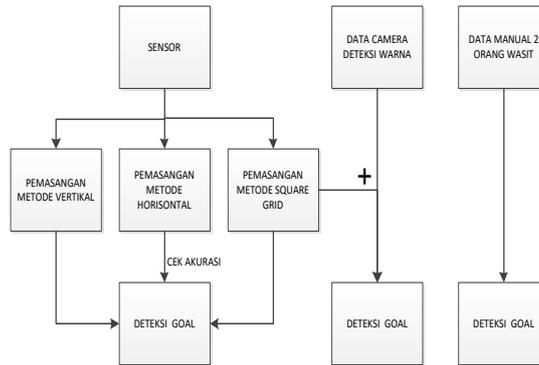
Tampilan pada *score board* merupakan hasil dari seluruh sistem dimana score board hanya menampilkan goal yang valid berdasarkan prinsip kerja sistem. Tampilan score board diperlihatkan pada Gambar 8.



**Gambar 8. Tampilan score board sistem**

### HASIL

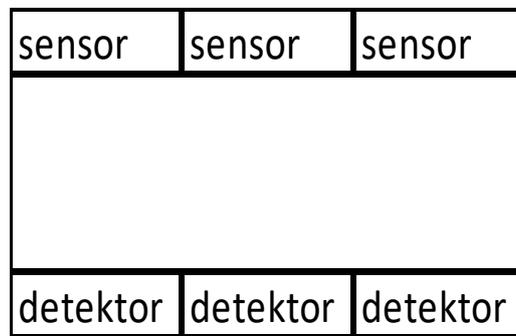
Pengujian sistem dilakukan seperti pada gambar 9, dimana modul sensor dilakukan pengujian dengan menggunakan 3 metode yaitu metode vertikal, metode horisontal dan metode grid untuk menentukan akurasi. Kemudian dilakukan pengujian pada kamera untuk mendeteksi warna dari bola yang masuk ke arah gawang dengan arah tembakan berbeda-beda. Terakhir perbandingan akurasi sistem dengan data manual wasit diambil dari 2 orang wasit yang berjarak 3 meter dari gawang.



**Gambar 9. Pengujian Sistem**

### Modul Sensor

Pengujian sensor menggunakan 3 metode vertikal, horisontal dan square grid dimana metode itu menunjukkan peletakan sensor pada gawang. Metode vertikal yaitu meletakkan sensor di atas, sedangkan detektornya diletakkan di bawah. Peletakan sensor dan detektor diperlihatkan dalam gambar 10.



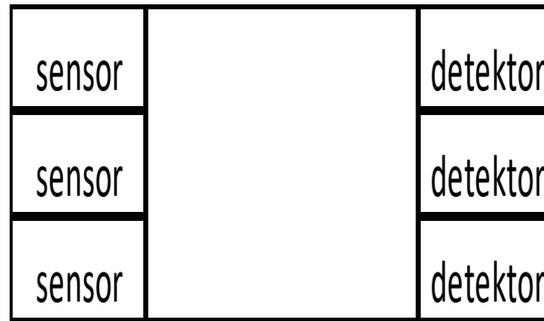
**Gambar 10. Metode Vertikal**

Pengujian dilakukan terhadap 10 data, dimana 10 data valid tersebut adalah bola masuk ke arah gawang, kemudian dilakukan pengujian terhadap modul sensor apakah dapat melakukan deteksi goal. Hasil pengujian diperlihatkan dalam tabel 1 .

**Tabel 1. Hasil Pengujian Metode Vertikal**

Pembacaan sensor ke -	Terdeteksi
1	0
2	0
3	0
4	1
5	0
6	1
7	1
8	1
9	0
10	0

Metode horisontal yaitu meletakkan sensor di samping kiri, sedangkan detektornya diletakkan di samping kanan gawang. Peletakan sensor dan detektor diperlihatkan dalam gambar 11.



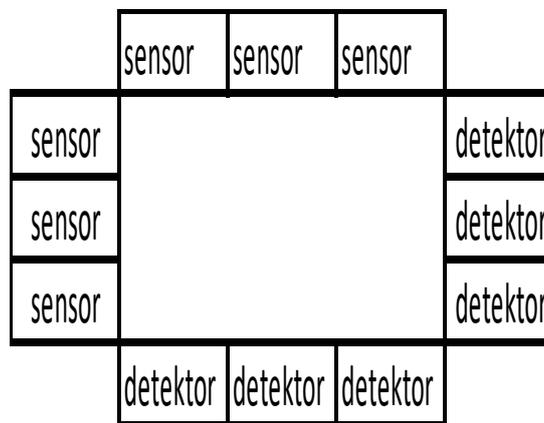
**Gambar 11. Metode Horisontal**

Pengujian dilakukan terhadap 10 data, dimana 10 data valid tersebut adalah bola masuk ke arah gawang, kemudian dilakukan pengujian terhadap modul sensor apakah dapat melakukan deteksi goal. Hasil pengujian diperlihatkan dalam tabel 2 .

**Tabel 2. Hasil Pengujian Metode Horisontal**

Pembacaan sensor ke -	Terdeteksi
1	1
2	1
3	0
4	1
5	0
6	1
7	1
8	1
9	0
10	0

Metode square grid yaitu meletakkan sensor di samping kiri dan diatas sedangkan detektornya diletakan di samping kanan dan di bawah gawang. Peletakan sensor dan detektor diperlihatkan dalam gambar 12.



**Gambar 12. Metode Horisontal**

Pengujian dilakukan terhadap 10 data, dimana 10 data valid tersebut adalah bola masuk ke arah gawang, kemudian dilakukan pengujian terhadap modul sensor apakah dapat melakukan deteksi goal. Hasil pengujian diperlihatkan dalam tabel 3 .

**Tabel 3. Hasil Pengujian Metode Square Grid**

Pembacaan sensor ke -	Terdeteksi
1	1
2	1
3	0
4	1
5	0
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1

#### Modul Kamera

Pengujian kamera dengan meletakkan kamera di bagian dalam atas gawang. Pengujian dilakukan dengan 10 data valid goal dimana 10 data valid tersebut adalah 10 tembakan ke gawang dinyatakan goal. Pengujian dilakukan apakah kamera bisa mendeteksi bola berdasarkan warna bola yaitu kuning. Hasil pengujian diperlihatkan dalam tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Pengujian Modul Kamera**

Pembacaan kamera ke -	Terdeteksi
1	1
2	1
3	1
4	1
5	0
6	1
7	0
8	0
9	0
10	1

#### Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem sesuai gambar 9 dimana membandingkan 10 data valid goal kemudian dilakukan pengujian sistem dan dibandingkan dengan data manual 2 orang wasit dimana wasit berada 4 meter dari gawang futsal. Hasil pengujian diperlihatkan dalam Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem**

DATA	SISTEM	MANUAL WASIT
1	1	1
2	1	1
3	1	0
4	1	1
5	0	0
6	1	0
7	0	0
8	1	1
9	1	1
10	1	0

#### PEMBAHASAN

Dalam pengujian modul sensor berdasarkan Tabel 1 metode vertikal didapat akurasi sebesar 40 % dimana dari 10 data valid goal hanya 4 bola ke arah gawang yang terdeteksi. Untuk metode horisontal berdasarkan Tabel 2 didapat akurasi sebesar 60 % dimana hanya 6 bola yang terdeteksi masuk ke gawang. Sementara itu, metode square grid berdasarkan Tabel 3 didapat akurasi sebesar 80 % dimana terdeteksi 8 bola yang masuk ke arah gawang.

Dalam pengujian modul kamera berdasarkan Tabel 4 didapat akurasi sebesar 60% dimana kamera hanya bisa mendeteksi 6 bola yang masuk ke arah gawang. Dalam pengujian sistem keseluruhan berdasarkan Tabel 5 didapat akurasi sebesar 80%, sedangkan untuk efisiensi sistem ini yaitu perbandingan antara sistem ini dengan cara manual didapatkan peningkatan sebesar 30%.

### SIMPULAN

Dalam penelitian diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut. *Pertama*, modul sensor untuk metode vertikal didapat akurasi sebesar 40%, metode horisontal didapat akurasi sebesar 60%, sedangkan untuk metode square grid didapatkan tingkat akurasi sebesar 80%. *Kedua*, pengujian modul kamera dalam akurasi sebesar 60%. *Ketiga*, pengujian sistem secara keseluruhan didapat akurasi sebesar 80%. *Keempat*, peningkatan efisiensi dalam menggunakan sistem ini dibandingkan dengan cara manual sebesar 30%.

### DAFTAR RUJUKAN

- Amarasinghe, D, dkk. 2008. *Integrated Laser-Camera Sensor for the Detection and Localization of Landmarks for Robotic Applications*. IEEE International Conference on Robotics and Automation.
- De Padua, Pedro H.C, dkk. 2015. *Particle Filter-based Predictive Tracking of Futsal Players From a Single Stationary Camera*, 28th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images.
- Fitriana, A.N., dkk. 2016. *Color-Based Segmentation and Feature Detection for Ball and Goal Post on Mobile Soccer Robot Game Field*. International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI).
- Kameoka, dkk. 2014. *Visualization of process of shoot and goal in soccer games*. Twelfth International Conference on ICT and Knowledge Engineering.
- Mulya, dkk. 2016. *Ball Tracking and Goal Detection for Middle Size Soccer Robot Using Omnidirectional Camera*, International Electronics Symposium (IES).
- Vikram, P. & Anand Nayyar. 2016. *Real Time Smart Home Automation Based on PIC microcontroller, Bluetooth and Android Technology*, 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom).