

Rancang Bangun Sistem Deteksi *Suspected Hostile* Untuk *Tracking Target Sentry Gun* pada Garis Pantai Pulau Terluar Menggunakan *Background Subtraction*

Andri Gunawan¹, Ugik Cahyono², Hendrik Kurniawan³

¹Program Studi Operasi Laut, Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, Jakarta, Indonesia.

andrigunawan19240@gmail.com

²Program Studi Operasi Laut, Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, Jakarta, Indonesia, ugik45@gmail.com

³Program Studi Operasi Laut, Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, Jakarta, Indonesia, hendrik199945@gmail.com

Corresponding Author: andrigunawan19240@gmail.com¹

Abstract: The Suspected Hostile Detection System for Tracking Target Sentry Gun along the outermost island coastlines uses the Background Subtraction method as a digital image processing system designed to detect and track moving objects as part of Indonesia's coastal defense efforts. Considering that Indonesia borders ten other countries and has vast maritime areas with limited border security personnel, this system is expected to be an effective solution for coastal surveillance. Installed along coastlines, the system continuously monitors activities in the surrounding area. When a moving object is detected, an alarm is triggered in the operator room. The operator then identifies the object, and if it is classified as a Suspected Hostile, the Sentry Gun can be controlled manually or automatically, while firing is performed manually. Research findings show that this method is fast and accurate in processing camera input. The system operates optimally at distances of 5–25 meters under a light intensity of 10,240 Lux and can still detect multiple objects, although cursor shifts may occur when new objects appear. It functions effectively at light intensities between 10,240 and 20 Lux with object speeds of 4.9 kph but fails to detect movements below 20 Lux. The study also recorded an image delay of 0.2–1.6 seconds.

Keywords: Sentry Gun, Background Subtraction, Open CV, RaspberryPI.

Abstrak: Sistem deteksi *Suspected Hostile* untuk *Tracking Target Sentry Gun* di garis pantai pulau terluar menggunakan metode *Background Subtraction* merupakan sistem pengolahan citra digital yang dirancang untuk mendeteksi dan melacak objek bergerak sebagai bagian dari upaya pertahanan wilayah Indonesia. Mengingat Indonesia berbatasan dengan sepuluh negara dan memiliki wilayah laut yang luas serta keterbatasan personel penjaga perbatasan, sistem ini diharapkan menjadi solusi efektif dalam pengawasan wilayah pesisir. Sistem dipasang di sekitar garis pantai untuk memantau aktivitas secara terus-menerus. Saat mendeteksi objek bergerak, sistem akan membunyikan alarm ke ruang operator. Operator kemudian mengidentifikasi objek tersebut, dan jika terdeteksi sebagai *Suspected Hostile*, dapat menggerakkan Sentry Gun secara manual atau otomatis, sementara tindakan

penembakan tetap dilakukan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini cepat dan akurat dalam memproses input kamera. Sistem mampu bekerja optimal pada jarak 5–25 meter dengan intensitas cahaya 10.240 Lux dan tetap mendeteksi lebih dari satu objek meski terjadi perpindahan kursor saat objek baru muncul. Sistem juga berfungsi pada intensitas cahaya 10.240 hingga 20 Lux dengan kecepatan objek 4,9 kph, namun gagal mendeteksi jika intensitas di bawah 20 Lux. Penelitian mencatat *delay* gambar 0,2–1,6 detik.

Kata kunci: *Sentry Gun, Background Subtraction, Open CV, RaspberryPI.*

PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan dengan luas 5.193.250 km² (mencakup daratan dan lautan) yang 2/3 wilayahnya adalah perairan dengan panjang pantai ±99.093 KM dan terdapat 13.466 pulau (Samantha, 2013). Dengan melihat besarnya negara Indonesia dan panjangnya garis pantai yang dimiliki oleh Indonesia maka dibutuhkan suatu teknologi yang dapat memonitor seluruh garis pantai yang dimiliki oleh negara Indonesia. Khususnya wilayah yang berpotensi besar terjadinya permasalahan wilayah dengan negara lain. Indonesia berbatasan langsung dengan 10 negara yaitu Singapura, Malaysia, Filipina, Vietnam, Thailand, Timor Leste, Papua Nugini, Australia, Republik Palau dan India. Melihat banyaknya negara yang berbatasan langsung dengan negara Indonesia, maka hal itu akan berdampak seringnya terjadi permasalahan mengenai wilayah perbatasan.

Salah satu opsi yang bisa dilakukan oleh pihak lawan untuk melakukan invasi ke negara kita adalah dengan menggunakan jalur laut dimana dengan menerjunkan pasukan khusus ke daerah yang akan menjadi sasaran operasi. Pasukan khusus ini akan mendarat terlebih dahulu sebelum dilakukan pendaratan secara besar-besaran, mereka bertugas melakukan infiltrasi untuk mengetahui kekuatan lawan serta kondisi alam, termasuk pantai paling ideal untuk mendarat bagi pasukan pendarat amfibi. Pendaratan ini biasanya senyap, dan yang paling penting itu efek pendadakan. Setelah ditentukan tempat pendaratan, maka sejumlah besar pasukan pendarat atau pasukan pendarat amfibi tersebut akan melakukan debargasi dari kapal-kapal pengangkut dan selanjutnya dengan menggunakan berbagai macam jenis peralatan mereka akan menyerbu ke pantai-pantai pendaratan negara kita. Dari pantai-pantai pendaratan, pasukan pendarat tersebut akan merebut sasaran-sasaran yang masih di dalam daerah sasaran amfibi dan selanjutnya akan mengamankan daerah yang sudah mereka rebut.

Dengan melihat banyaknya negara yang berbatasan langsung dengan negara kita maka ancaman paling besar adalah pada pulau-pulau terluar yang berbatasan langsung dengan negara tetangga. Di pulau tersebut hanya ditempatkan satuan tugas marinir yang jumlahnya sangat terbatas dan peralatan utama sistem persenjataan (Alutsista) yang ada disana sangat jauh dari yang diharapkan. Sehingga hal ini merupakan permasalahan yang harus dipecahkan bersama. Dari permasalahan tersebut diatas kami mahasiswa TNI Angkatan Laut mempunyai ide untuk membuat suatu sistem deteksi *Suspected Hostile* pada garis pantai pulau terluar yang berbatasan langsung dengan negara tetangga, Dimana garis pantai adalah pertemuan bagian laut dan daratan yang terjadi pada saat air pasang tertinggi. Serta pengendalian secara Otomatis *Sentry Gun* ke arah sasaran. Sehingga akan dapat mencegah terjadinya penyusupan ke negara Indonesia.

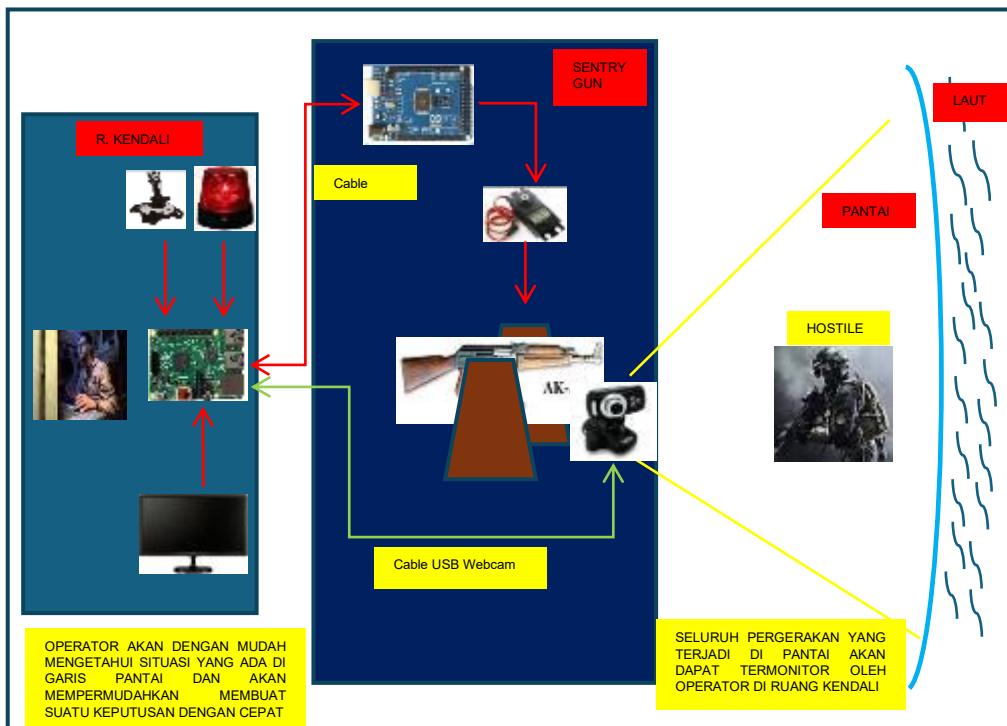
Aspek utama yang diangkat adalah kemampuan penyajian *live video* deteksi gerak *Suspected Hostile* yang dilengkapi alarm otomatis pada ruang kendali. Serta kami juga akan merancang suatu sistem pengendali otomatis *Sentry Gun* dengan memanfaatkan teknik image processing pada sebuah mini PC yang Diintegrasikan dengan Arduino sebagai pengendali motor servo pada mounting *Sentry Gun* dan Camera sebagai penyedia *Live Video*,

sehingga *Sentry Gun* akan selalu mengarah ke sasaran yang diinginkan. Untuk pelaksanaan penembakan *Sentry Gun* akan dilakukan secara manual dari ruang kendali.

METODE

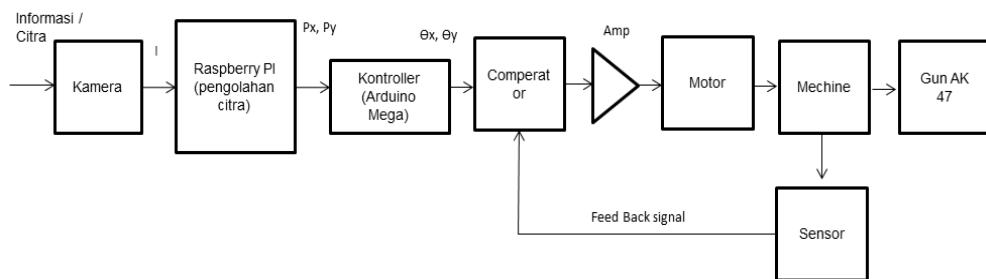
Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja secara umum dari sistem yang akan dirancang pada penelitian ini dapat terlihat seperti Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Perancangan Sistem

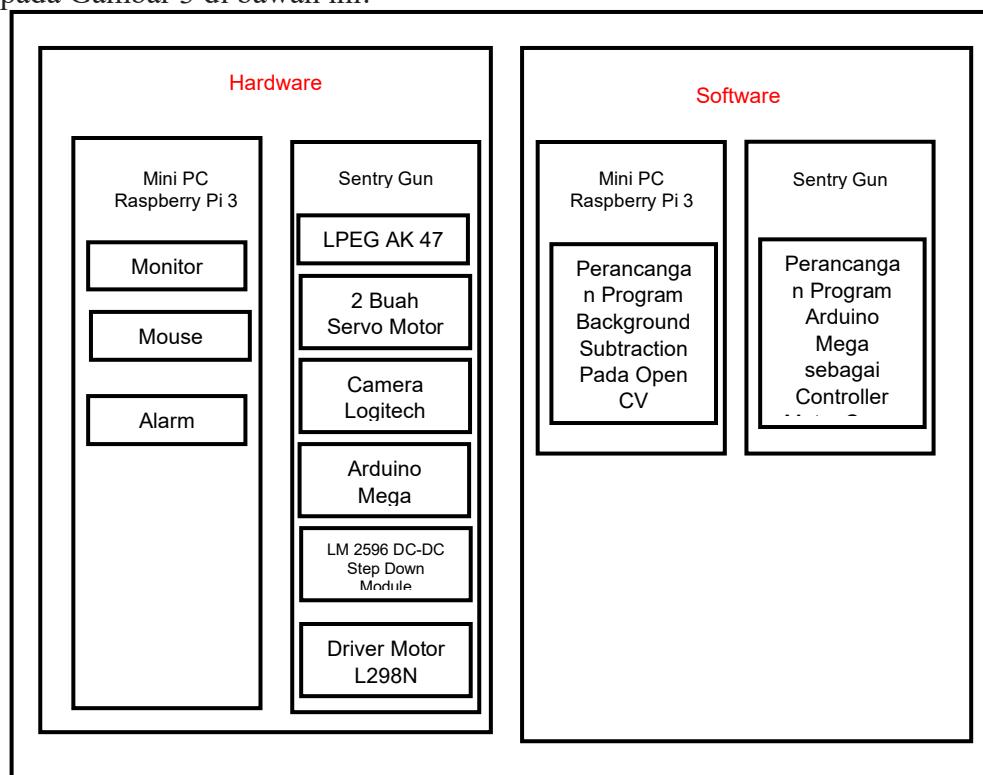
Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem deteksi suspected hostile yang digunakan untuk *Tracking* sasaran *Sentry Gun* dengan menggunakan metode *Background Subtraction*. Dimana pada rancangan sistem ini akan menggunakan teknologi Mini PC Raspberry Pi dan Arduino Mega. Raspberry Pi difungsikan sebagai processor yang difungsikan untuk mengolah program Open CV yang telah dibuat. Raspberry Pi mendapatkan inputan citra dari *Camera* yang terletak atau terpasang dekat dengan *Sentry Gun*, dimana hasil tangkapan citra *Camera* akan dikirimkan ke Raspberry Pi dengan menggunakan cable USB yang sudah terpasang pada Webcam. Hasil tangkapan *Camera* akan diolah oleh Mini PC Raspberry Pi 3 dengan menggunakan metode *Background Subtraction*. Hasil pengolahan visual tersebut akan menghasilkan *Output* yang dimanfaatkan untuk mengontrol sistem alarm dan mengontrol sistem servo yang terdapat pada *Sentry Gun*. Dengan adanya alarm diharapkan operator akan dengan mudah mengetahui apakah adanya suatu gerakan yang tertangkap oleh *Camera* atau tidak. Dan apabila gerakan tersebut ternyata adalah gerakan dari *Hostile* maka operator akan memerintahkan Mini PC Raspberry Pi untuk melakukan *Tracking* dengan cara menekan salah satu tombol yang terdapat pada joystick. Setelah *Tracking* Mini PC Raspberry Pi akan melakukan perhitungan dengan metode *Background Subtraction* dan hasil dari perhitungan tersebut akan menghasilkan nilai (x,y). Dan selanjutnya nilai (x,y) tersebut akan dikirimkan ke Arduino Mega yang terdapat pada *Sentry Gun*, dan Arduino tersebut akan mengontrol dua motor servo yang terdapat pada *Sentry Gun* sehingga posisi laras *Sentry Gun* akan dapat mengikuti dari pergerakan obyek yang tertangkap oleh *Camera*. Berikut ini akan kami tampilkan gambar diagram kontrol dari sistem yang dirancang oleh peneliti. seperti Gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 2. Diagram kontrol rancangan sistem

Dari diagram kontrol diatas menunjukkan bahwa pada sistem ini akan memperoleh *input* citra dari *Camera*, dan hasil input citra dari kamera akan di proses di Raspberry Pi dengan menggunakan metode *Background Subtraction*. Dari hasil pengolahan citra tersebut akan menghasilkan nilai (Px,Py) dan nilai tersebut akan diteruskan ke dalam *Controller* yaitu Arduino. Dari Arduino akan menghasilkan sudut dengan nilai (Θ_x, Θ_y) yang mana sudut itu akan diteruskan ke motor servo. Pada motor servo sendiri terdapat beberapa komponen yaitu komperator, amplifier, motor dan sensor sehingga motor servo dapat melakukan koreksi terhadap kesalahan sudut motor servo itu sendiri. Sehingga *Sentry Gun* dapat mengarah ke arah sudut (Θ_x, Θ_y) dari Arduino.

Secara garis besar perancangan sistem ini terdiri dari dua bagian besar yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Seperti pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 0. Diagram Rancangan Sistem Hardware Dan Software

Pada *Hardware* terdapat beberapa komponen yaitu Mini PC Raspberry Pi dan *Sentry Gun*. Dimana pada bagian Mini PC Raspberry Pi terdapat *software* Open CV yang digunakan sebagai pengolahan image processing serta dilengkapi juga dengan perangkat keras yaitu joystick, mouse dan monitor. Sedangkan pada bagian *Sentry Gun*, terdiri dari Air Softgun Ak 47 LPEG, Arduino Mega, Servo MG996, Camera Webcam Logitech C525, LM2596 DC-DC Step Down Module, Driver Motor L298N.

Pada *Software* akan dirancang suatu sistem yang dapat mendeteksi obyek maupun mentracking sasaran dengan menggunakan metode *Background Subtraction*. Serta pada Arduino juga akan dirancang komunikasi serial antara Raspberry Pi dengan Arduino.

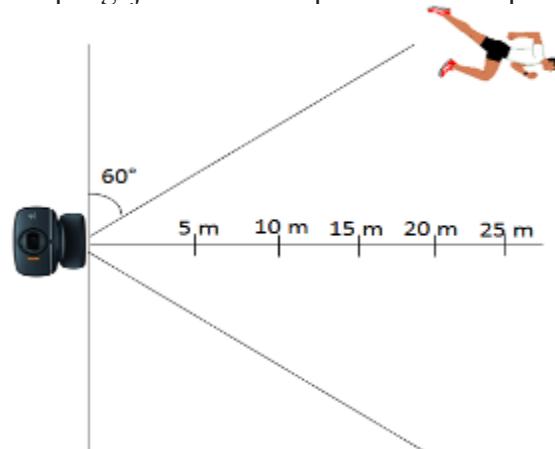
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian terhadap sebuah sistem yang dibuat pastinya akan mendapatkan hasil yang beragam, sehingga diperlukan analisa untuk mengetahui apakah proses tersebut sudah berjalan sesuai dengan parameter yang diharapkan atau tidak, sehingga bisa dicatat dan dijadikan sebagai acuan untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

Pengujian yang dilaksanakan terdiri dari beberapa poin pengujian sebagai berikut:

- Pengujian sistem deteksi dan *Tracking* terhadap obyek diam.
- Pengujian sistem deteksi dan *Tracking* terhadap obyek bergerak.
- Pengujian akurasi deteksi dan *Tracking* pada saat terjadi perbedaan intensitas cahaya.

Pada tahapan pengujian diatas, hanya dilaksanakan uji coba pada obyek manusia. Disini peneliti tidak melakukan uji coba terhadap obyek lain selain manusia. Untuk tempat pengujian bertempat di halang rintang AAL (Akademi Angkatan Laut) dan diluar ruangan sekitar STTAL (Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut), dimana tempat tersebut berbatasan langsung dengan laut, yang mana hal itu diharapkan sudah sesuai seperti dengan tempat yang sebenarnya yaitu pada garis pantai pulau-pulau terluar dan juga penguji akan mendapatkan tantangan alam seperti yang terjadi pada kebanyakan pantai pada umumnya. Pada pengujian ini pergerakan dari sasaran sudah ditentukan sebelumnya, yaitu sasaran atau obyek yang bergerak akan melintas di depan kamera dengan kecepatan dan jarak yang telah ditentukan sebelumnya oleh penguji. Dimana dapat kita lihat seperti Gambar 4.



Gambar 0. Simulasi uji coba

Obyek akan bergerak dari kanan ke kiri maupun dari kiri kekanan sesuai dengan lintasan yang telah ditentukan. Pada pengujian dan analisa sistem ini diharapkan penguji dapat mendapatkan hasil analisa dari suatu sistem yang telah dirancang. Untuk ketentuan penilaian dalam penelitian ini dapat terlihat seperti Tabel 1 di bawah ini

Tabel 1. Daftar Kode Penilaian

| No | Deteksi Tracking | Dan Pergerakan | Motor Servo | Kode Penilaian |
|----|---------------------|-------------------|--|----------------|
| 1. | Berhasil | Berhasil Bergerak | B = Berhasil terdeteksi dan motor bergerak | |
| 2. | Berhasil | Lambat Bergerak | BL = Berhasil terdeteksi dan motor lambat bergerak | |
| 3. | Berhasil | Tidak Bergerak | BT = Berhasil terdeteksi dan motor tidak bergerak | |
| 4. | Kurang Sempurna | Berhasil Bergerak | KS = Deteksi Kurang Sempurna dan motor berhasil bergerak | |
| 5. | Kurang | Lambat Bergerak | KL = Deteksi Kurang Sempurna dan | |

| No | Deteksi Tracking | Dan | Pergerakan Servo | Motor | Kode Penilaian |
|----|------------------|----------------|------------------|-------|---|
| | Sempurna | | | | |
| 6. | Kurang Sempurna | Tidak Bergerak | | | KT = Deteksi Kurang Sempurna dan motor tidak bergerak |
| 7. | Tidak Berhasil | Tidak Bergerak | | | TT = Deteksi tidak berhasil dan motor tidak bergerak |

Apabila Penilaian dikatakan B maka kursor *Tracking* dapat mengenai kepala dari sasaran dan motor servo terus mengikuti pergerakan dari kursor *Tracking* tersebut. Untuk penilaian dikatakan BL apabila kursor *Tracking* berhasil mengikuti kepala dari sasaran tetapi motor servo lamban memberikan respon. Untuk penilaian dikatakan BT apabila kursor *Tracking* tepat mengikuti kepala tetapi motor servo tidak bergerak memberikan respon terhadap gerakan sasaran. Untuk penilaian dikatakan KS apabila kursor tidak tepat mengenai kepala dan motor servo masih dapat mengikuti arah pergerakan dari kursor *Tracking*. Untuk penilaian dikatakan BL apabila kursor *Tracking* tidak tepat mengenai kepala sasaran dan untuk motor lambat dalam merespont gerakan sasaran. Untuk penilaian dikatakan KT apabila kursor *Tracking* tidak dapat mengikuti sasaran tepat pada kepala dan motor servo tidak bergerak. Dan apabila penilaian dikatakan TT maka *Tracking* maupun motor servo tidak dapat berkerja sama sekali. Uji cobaakan dilakukan 5 kali dari tiap-tiap tahapan pengujian.

Pengujian deteksi dan *Tracking* terhadap obyek diam

Pada proses pengujian yang pertama ini akan dilakukan dua tahapan pengujian yaitu:

- Pengujian terhadap satu obyek manusia pada kondisi diam.
- Pengujian terhadap dua obyek manusia pada kondisi diam

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui seberapa jauh sistem ini bisa mendeteksi dan mentracking sasaran.

1. Pengujian Terhadap Satu Obyek Manusia Dalam Kondisi Diam

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem ini tetap bisa mendeteksi dan mentracking suatu obyek meskipun obyek tersebut berdiri pada jarak yang berbeda. Untuk jarak pada pengujian ini 5m, 10m, 15m, 20m, 25m dan pada tingkat kecerahan 10240 Lux.

Teknis pengujian yang pertama ini adalah dengan menempatkan satu orang pada jarak yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian obyek akan mundur sampai jarak maksimal yaitu 25 m. Uji coba akan dilakukan 5 kali di tiap-tiap jarak. Untuk hasil uji coba akan ditunjukkan seperti Tabel 2 di bawah ini

Tabel 2. Akurasi Deteksi dan *Tracking* terhadap Satu obyek manusia dalam kondisi diam dengan jarak berbeda

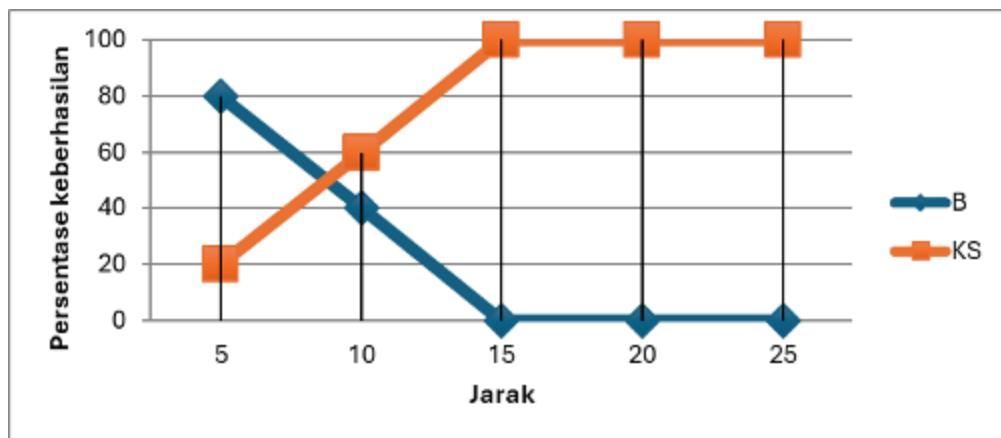
| No | Jarak | Intensitas Cahaya | Percobaan | | | | | Keterangan | |
|----|-------|-------------------|-----------|----|----|----|----|------------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | B | KS |
| 1 | 5 | 10240 | B | KS | B | B | B | 80% | 20% |
| 2 | 10 | 10240 | KS | B | KS | B | KS | 40% | 60% |
| 3 | 15 | 10240 | KS | KS | KS | KS | KS | 0% | 100% |
| 4 | 20 | 10240 | KS | KS | KS | KS | KS | 0% | 100% |
| 5 | 25 | 10240 | KS | KS | KS | KS | KS | 0% | 100% |

Keterangan:

B = Berhasil terdeteksi dan motor bergerak

KS = Deteksi Kurang Sempurna dan motor berhasil bergerak

Data yang diperoleh dari tabel percobaan di atas kemudian dimasukkan ke dalam grafik. Hasil seperti pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik satu obyek tunggal dalam kondisi diam

Dari percobaan diatas menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan sistem dalam menterdeteksi dan mentracking obyek dengan sempurna dan motor servo dapat mengikuti sasaran dengan baik sangat tinggi. Dimana pada jarak 5 m untuk tingkat keberhasilan sangat tinggi. Pada jarak 10m obyek masih dapat terdeteksi dengan baik tetapi untuk perkenaan dari kursor *Tracking* sudah tidak sesuai dengan yang diharapkan karena kursor terkadang mengenai bahu dari obyek, dan untuk motor servo masih dapat bergerak mengikuti pergerakan dari kursor *Tracking*. Pada jarak 15 m obyek tetap bisa terdeteksi dengan baik dan untuk kursor *Tracking* mengalami penurunan, karena kursor terkadang berpindah mengenai tangan dari obyek tetapi motor servo masih bisa bergerak mengikuti dari arah kursor *Tracking*. Pada jarak 20 m obyek masih bisa terdeteksi meskipun pada tampilan *Window Threshold* sudah mengalami penurunan dan hasil dari Kursor *Tracking* Sudah tidak tepat mengenai kepala sasaran terkadang kursor berpindah ke bahu obyek dan untuk motor servo masih dapat bergerak mengikuti arah dari kursor *Tracking*. Pada jarak 25 m obyek masih bisa terdeteksi dengan baik, meskipun pada *Window Threshold* bentuk dari tampilan obyek sudah tidak terlihat lagi dan untuk kursor *Tracking* masih bisa mengenai sasaran yang diinginkan, sering sekali kursor tersebut berpindah ke bagian yang lain dari obyek dan untuk motor servo masih dapat mengikuti kursor *Tracking*.

Dari hasil uji coba diatas dapat disimpulkan bahwa untuk deteksi dan *Tracking* target sangat dipengaruhi dari jarak suatu obyek, semakin dekat jarak suatu obyek maka tingkat *Deteksi* dan *Tracking* akan semakin baik dan apabila semakin jauh jarak suatu obyek maka tingkat *Deteksi* dan *Tracking* semakin menurun meskipun masih tetap bisa melakukan *Deteksi* dan *Tracking*. Dan untuk motor servo masih dapat bergerak dengan baik mengikuti dari arah kursor *Tracking*.

2. Pengujian Terhadap Dua Sasaran Pada Kondisi Diam

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem ini tetap bisa mendeteksi dan mentracking suatu obyek meskipun terdapat dua obyek yang memiliki bentuk tubuh yang berbeda dan pada jarak yang sama. Dan juga untuk mengetahui apakah motor servo tetap bisa bergerak mengikuti sasaran atau tidak. Untuk jarak pada pengujian ini 5m, 10m, 15m, 20m, 25m dan pada tingkat kecerahan 10240 Lux.

Teknis dari pengujian ini adalah dengan menempatkan dua orang berdekatan pada jarak yang sama. Dimana untuk obyek yang menggunakan baju berwarna merah lebih tinggi dari obyek yang berbaju putih. Kemudian kedua obyek tersebut akan bergerak mundur sampai jarak maksimal yaitu 25 m. Untuk uji coba akan dilakukan 5 kali dari tiap-tiap tahapan jarak. Untuk hasil uji coba akan ditunjukkan seperti tabel 3 di bawah ini.

Tabel 1. Akurasi deteksi dan *Tracking* terhadap dua obyek dalam kondisi diam pada jarak yang sama

| No | Jarak | Percobaan | | | | | Keterangan | | | |
|----|-------|-----------|----|----|----|----|------------|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | B | KS | KL | BL |
| 1 | 5 | B | B | B | B | B | 100 % | 0% | 0% | 0% |
| 2 | 10 | B | B | B | B | B | 100 % | 0% | 0% | 0% |
| 3 | 15 | B | BL | B | B | BL | 60% | 0% | 0% | 40% |
| 4 | 20 | KL | KS | KL | KS | KS | 0% | 60% | 40% | 0% |
| 5 | 25 | KS | KL | KL | KS | KL | 0% | 40% | 60% | 0% |

Keterangan:

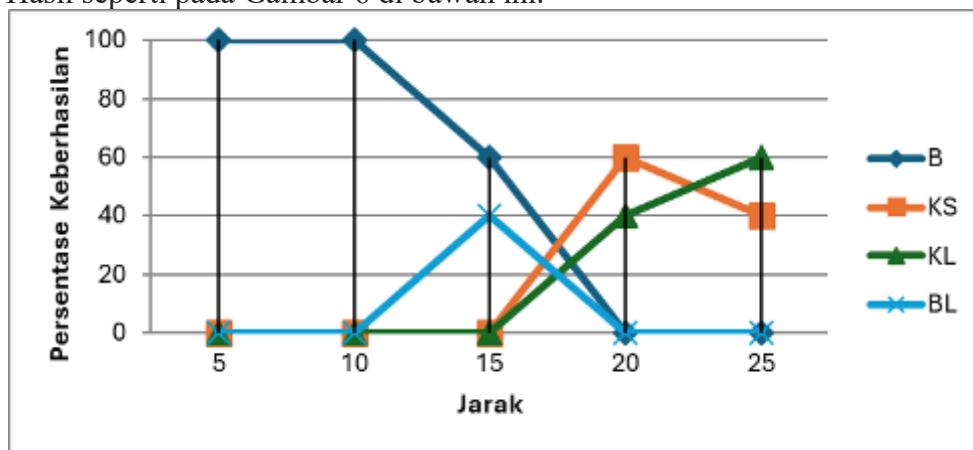
B = Berhasil terdeteksi dan motor bergerak

KS = Deteksi Kurang Sempurna dan motor berhasil bergerak

KL = Deteksi Kurang Sempurna dan motor lambat bergerak

BL = Berhasil terdeteksi dan motor lambat bergerak

Data yang diperoleh dari tabel percobaan di atas kemudian dimasukkan ke dalam grafik. Hasil seperti pada Gambar 6 di bawah ini.

**Gambar 6. Grafik pengujian Deteksi dan *Tracking***

Dari pengujian di atas menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan sistem untuk mendeteksi dan *Tracking* serta motor servo dapat bergerak mengikuti sasaran masih dalam kondisi baik dibandingkan kemungkinan yang lainnya. Dimana dua obyek masih dapat terdeteksi dengan sempurna pada jarak 5 m dan kursor *Tracking* masih tepat mengenai sasaran tepat pada kepala pada kedua obyek dan motor servo dapat bergerak dengan baik. Pada jarak 10m sistem masih dapat mendeteksi dan *Tracking* tepat mengenai kepala dari obyek dan untuk motor servo masih dapat bergerak mengikuti arah dari pergerakan kursor. Pada jarak 15m obyek tetap bisa terdeteksi dengan baik dan untuk kursor *Tracking* masih tepat mengenai sasaran kepala tetapi karena perpindahan kursor tracking yang terlalu cepat diantara kedua kepala obyek maka terkadang motor servo lambat untuk merespon gerakan. Pada jarak 20m obyek masih bisa terdeteksi dengan baik dan untuk *Tracking* kursor sudah tidak bisa fokus, terkadang kursor mengenai tangan dari obyek dan untuk motor servo tetap bisa bergerak tetapi terkadang respon motor servo menjadi lambat karena terlalu cepatnya perpindahan kursor *Tracking*. Pada jarak 25m obyek masih bisa terdeteksi dengan baik dan untuk kursor *Tracking* sudah tidak bisa fokus mengenai sasaran yang diinginkan, kursor tracking bergerak acak dari kepala sampai dengan kaki sehingga hal ini menyebabkan motor servo menjadi lambat dalam menerima respon.

Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa sistem kurang bisa berjalan dengan baik apabila digunakan untuk mentracking sasaran lebih dari dua obyek. Dikarenakan kursor *Tracking* akan sering berpindah-pindah dengan sendirinya apabila terdapat obyek yang lebih tinggi dan berjarak lebih dari 15m.

Hasil dari dua percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa pada jarak yang dekat sistem tetap bisa melakukan deteksi dan *Tracking* sasaran meskipun sasaran lebih dari dua obyek. Semakin banyak sasaran yang tertangkap oleh kamera maka tingkat *Deteksi* akan semakin meningkat dibandingkan apabila sasaran tersebut hanya satu, itu dapat kita lihat dari hasil *Window Threshold* yang tersedia di layar. Tetapi pada proses *Tracking* akan mengalami penurunan dalam hal ketepatan apabila sasaran atau obyek lebih dari satu obyek. Kursor *Tracking* akan sering bergerak tidak fokus dan mengenai bagian yang lain dari sasaran, dan apabila sasaran yang lain tersebut memiliki ketinggian yang lebih tinggi dari sasaran sebelumnya.

Pengujian Akurasi deteksi dan *Tracking* terhadap obyek bergerak

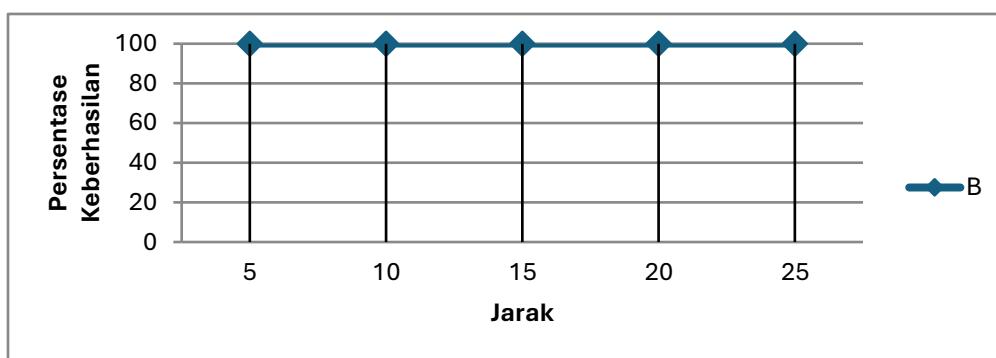
Pada pengujian ini peneliti akan menguji seberapa akurat sistem yang telah dirancang ini untuk mendeteksi dan *Tracking* suatu sasaran serta pergerakan dari motor servo, bila sasaran tersebut bergerak. Teknis dari pengujian ini adalah obyek akan bergerak dengan kecepatan 4,9 Kph (Kilo Per Hour) dan 13,5 Kph dan pada pencahayaan 10240 Lux. Dimana untuk mengetahui kecepatan obyek, maka obyek akan bergerak dengan membawahi HP. Dimana pada HP tersebut sudah terinstal aplikasi pengukur kecepatan lari. Pada pengujian obyek yang bergerak ini akan dilakukan oleh satu obyek tunggal. Dimana obyek tersebut akan bergerak dari kecepatan obyek berjalan dan berlari. Pada pengujian ini dilakukan di tempat halang rintang AAL (Akademi Angkatan Laut) dan diluar ruangan disekitar STTAL. Untuk tahapan pengujian adalah sasaran akan berjalan sampai dengan berlari pada tiap-tiap jarak yang telah ditentukan oleh penguji, yaitu 5m, 10m, 15m, 20m, 25m dan pada tingkat intensitas cahaya 10240 Lux. Untuk pengujian akan dilakukan 5 kali di tiap-tiap jarak dan pergerakan obyek dilakukan dari kiri ke kanan maupun dari kanan ke kiri di setiap tahapan jarak. Dari hasil pengujian pada tahap ini dapat kita lihat seperti Tabel 4.

Tabel 4. Deteksi dan *Tracking* obyek bergerak kecepatan 4,9 Kph

| No | Jarak | Intensitas Cahaya | Percobaan | | | | | Keterangan |
|----|-------|-------------------|-----------|---|---|---|---|------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 5 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |
| 2 | 10 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |
| 3 | 15 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |
| 4 | 20 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |
| 5 | 25 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |

Keterangan:

B = Berhasil terdeteksi dan motor bergerak



Gambar 7. Grafik Pergerakan obyek dengan kecepatan 4,9 Kph

Dari pengujian diatas menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan obyek dapat terdeteksi dan tertracking serta motor servo dapat bergerak mengikuti sasaran sangat tinggi apabila obyek tersebut bergerak dengan berjalan. Pada saat obyek bergerak dengan kecepatan 4,9 Kph sistem *Deteksi* dan *Tracking* sasaran berjalan dengan baik dan motor servo juga bergerak mengikuti dari arah pergerakan sasaran.

Untuk pengujian berikutnya obyek akan bergerak dengan kecepatan 13,5 Kph. Untuk hasil dapat terlihat seperti pada Tabel 5 berikut ini

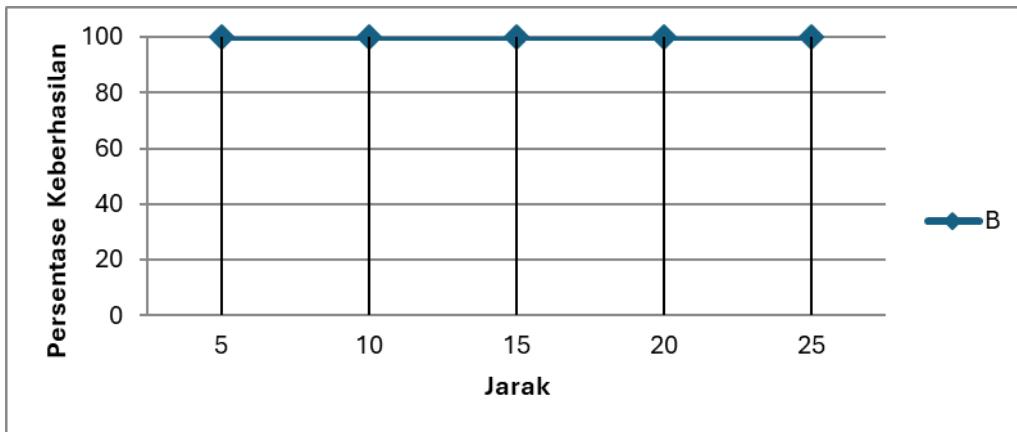
Tabel 5. Deteksi dan Tracking obyek bergerak kecepatan 13,5 Kph

| No | Jarak | Intensitas Cahaya | Percobaan | | | | | Keterangan |
|----|-------|-------------------|-----------|---|---|---|---|------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 5 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |
| 2 | 10 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |
| 3 | 15 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |
| 4 | 20 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |
| 5 | 25 | 10240 | B | B | B | B | B | 100% |

Keterangan:

B = Berhasil terdeteksi dan motor bergerak

Dari data yang diperoleh diatas kemudian dimasukkan kedalam grafik seperti Gambar 8 di bawah ini:



Gambar 8. Grafik obyek bergerak 13,5 Kph

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan sistem ini dapat mendekteksi dan mentracking obyek serta motor servo dapat mengikuti sasaran sangat baik pada saat obyek dalam keadaan berlari.

Hasil uji coba ini dapat disimpulkan bahwa apabila obyek berada pada jarak yang paling dekat yaitu 5m, maka tingkat *Deteksi* dan *Tracking* obyek juga sangat baik. Jarak adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam tingkat keberhasilan *Deteksi* dan *Tracking*, tetapi pada saat obyek tersebut bergerak semakin cepat maka sistem ini akan mendapatkan hasil Threshold yang semakin baik juga. Hasil tangkapan Threshold akan menampilkan tingkat *Deteksi* dari obyek yang bergerak tersebut menjadi semakin jelas. Dengan semakin jelasnya hasil Threshold yang dihasilkan maka sistem ini akan dengan mudah melakukan *Deteksi* dan *Tracking* dengan sangat baik.

Pengujian Akurasi Deteksi Dan Tracking Pada Saat Terjadi Perbedaan Intensitas Cahaya

Pada pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa akurat sistem ini berkerja mendekteksi dan *Tracking* suatu obyek pada saat tingkat pencahayaan mengalami penurunan. Untuk alat yang digunakan dalam pengukuran intensitas cahaya ini menggunakan aplikasi yang ada di HP android. Pengujian ini akan dilaksanakan pada pukul 17.00 sampai dengan 17.50 di halang rintang AAL (Akademi Angkatan Laut) dengan kecepatan obyek tetap yaitu 4,9 Kph atau kecepatan orang berjalan biasa. Dan dilakukan pada jarak 5m, 10m, 15m, 20m dan 25m. Dimana tingkat pencahayaan pada ruang terbuka atau *Outdoor* pada waktu terang adalah 10240 Lux dan pada tingkat terendah adalah 5 Lux. Pada uji coba ini akan dilaksanakan uji coba dengan tingkat pencahayaan 320 Lux, 100 Lux, 20 Lux, dan dilakukan 5 kali dalam tiap jarak. Untuk hasil uji coba akan terlihat seperti Tabel 6.

Tabel 6. Akurasi *Deteksi* dan *Tracking* pada intensitas cahaya 320 Lux

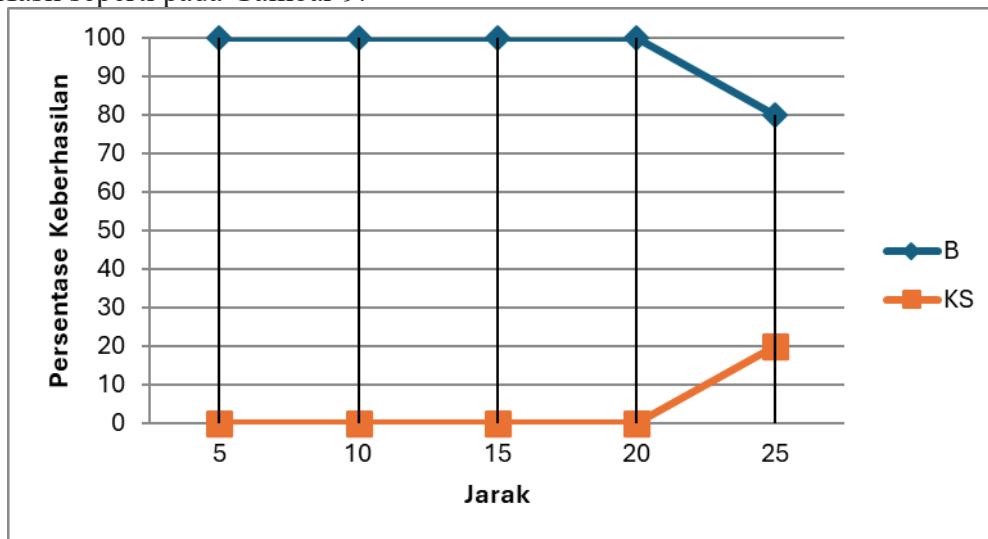
| No | Jarak | Intensitas Cahaya | Percobaan | | | | | Keterangan | |
|----|-------|-------------------|-----------|----|---|---|---|------------|-----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | B | KS |
| 1 | 5 | 320 | B | B | B | B | B | 100% | 0% |
| 2 | 10 | 320 | B | B | B | B | B | 100% | 0% |
| 3 | 15 | 320 | B | B | B | B | B | 100% | 0% |
| 4 | 20 | 320 | B | B | B | B | B | 100% | 0% |
| 5 | 25 | 320 | B | KS | B | B | B | 80% | 20% |

Keterangan:

B = Berhasil terdeteksi dan motor bergerak

KS = Deteksi Kurang Sempurna dan motor berhasil bergerak

Data yang diperoleh dari tabel percobaan di atas kemudian dimasukkan ke dalam grafik. Hasil seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Uji coba terhadap intensitas cahaya 320 Lux

Dari hasil percobaan diatas menunjukkan bahwa sistem masih dapat berkerja dengan baik pada tingkat intensitas cahaya 320 Lux. Meskipun pada jarak 25m terlihat bahwa kurSOR *Tracking* tidak mengikuti dari target.

Untuk deteksi dan *Tracking* sasaran pada intensitas cahaya 100Lux akan terlihat seperti Tabel 7 di bawah ini:

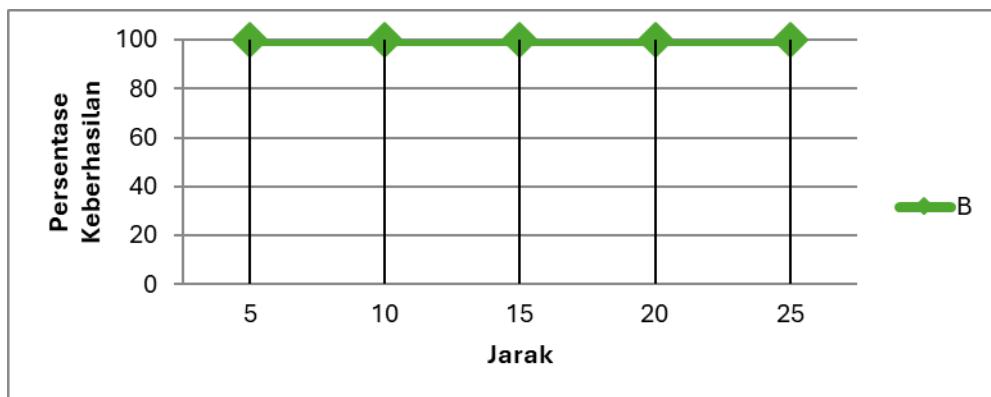
Tabel 7. Percobaan Intensitas cahaya 100 Lux

| No | Jarak | Intensitas Cahaya | Percobaan | | | | | Keterangan | |
|----|-------|-------------------|-----------|---|---|---|---|------------|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | B | |
| 1 | 5 | 100 | B | B | B | B | B | 100% | |
| 2 | 10 | 100 | B | B | B | B | B | 100% | |
| 3 | 15 | 100 | B | B | B | B | B | 100% | |
| 4 | 20 | 100 | B | B | B | B | B | 100% | |
| 5 | 25 | 100 | B | B | B | B | B | 100% | |

Keterangan:

B = Berhasil terdeteksi dan motor bergerak

Data yang diperoleh dari tabel percobaan di atas kemudian dimasukkan ke dalam grafik. Hasil seperti pada Gambar 10 di bawah ini



Gambar 10. Grafik Uji coba terhadap intensitas cahaya 100 Lux

Dari percobaan intensitas cahaya 100 Lux sistem masih dapat berfungsi dengan baik dan motor servo dapat mengikuti pergerakan dari sasaran, meskipun sasaran berada di jarak 25 m.

Untuk deteksi dan *Tracking* sasaran pada intensitas cahaya 20 Lux akan terlihat seperti Tabel 8 di bawah ini:

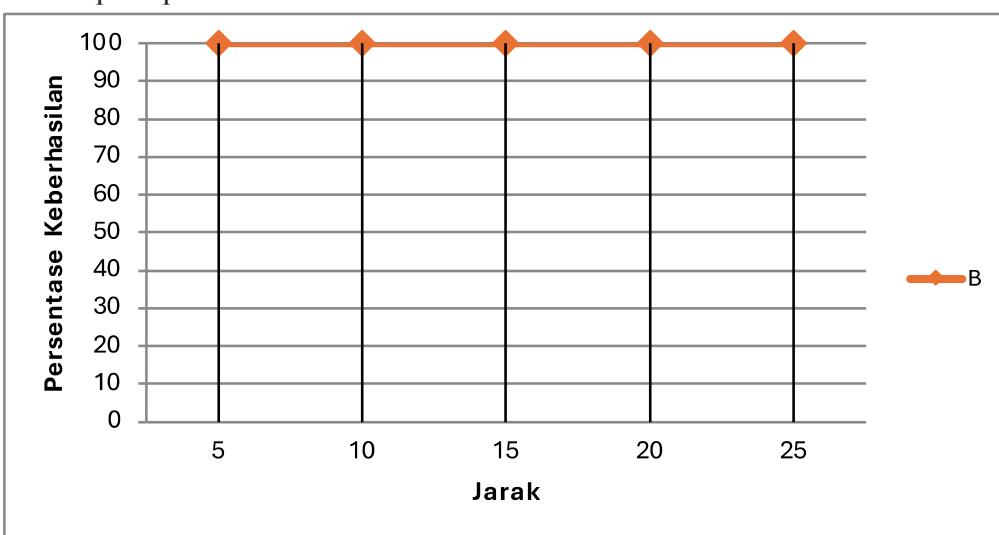
Tabel 8. Percobaan Intensitas cahaya 20 Lux

| No | Jarak | Intensitas Cahaya | Percobaan | | | | | Keterangan |
|----|-------|-------------------|-----------|---|---|---|---|------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 5 | 20 | B | B | B | B | B | 100% |
| 2 | 10 | 20 | B | B | B | B | B | 100% |
| 3 | 15 | 20 | B | B | B | B | B | 100% |
| 4 | 20 | 20 | B | B | B | B | B | 100% |
| 5 | 25 | 20 | B | B | B | B | B | 100% |

Keterangan:

B = Berhasil terdeteksi dan motor bergerak

Data yang diperoleh dari tabel percobaan di atas kemudian dimasukkan ke dalam grafik. Hasil seperti pada Gambar 11 di bawah ini:



Gambar 11. Grafik Uji coba terhadap intensitas cahaya 20 Lux

Dari percobaan intensitas cahaya 100 Lux sistem masih dapat berfungsi dengan baik, meskipun obyek berada pada jarak 25m. Dan motor servo juga masih dapat bergerak mengikuti arah dari sasaran.

Dari beberapa percobaan intensitas cahaya diatas menunjukkan bahwa sistem masih dapat berkerja dengan baik meskipun intensitas cahaya sudah berkurang. Tetapi sistem tidak akan berkerja ketika intensitas cahaya di bawah 20, itu dapat kita lihat seperti Gambar 4.44.



Gambar 12. Intensitas cahaya 5 Lux

Pada intensitas cahaya 5 Lux sistem sudah tidak bisa berfungsi dan motor servo akan diam karena tidak mendapat Inputan posisi dari camera. jadi dapat kita simpulkan bahwa sistem ini akan berkerja dengan baik apabila pada tempat kejadian terdapat intensitas cahaya yang baik atau tidak kurang dari 20 Lux.

KESIMPULAN

Setelah melakukan proses pengujian dan analisa terhadap sistem yang telah dibuat dapat diambil kesimpulan bahwa:

- a. Metode *Background Subtraction* dalam penelitian ini memiliki tingkat deteksi dan *Tracking* yang cukup baik dan cepat, meskipun hanya memakai sebuah Mini Pc Raspberry Pi.
- b. Dari hasil data-data pengujian menunjukkan bahwa metode ini juga sangat bergantung sekali dengan jarak obyek atau sasaran. Semakin dekat suatu obyek maka semakin baik sistem ini dapat berkerja. Pada pengujian sistem ini dilakukan dengan jarak terdekat yaitu 5m dan jarak terjauh adalah 25m.
- c. Dari hasil pengujian kemampuan deteksi dan *Tracking* dengan obyek tunggal dan obyek lebih dari satu. Menunjukkan bahwa apabila obyek lebih dari satu maka sistem akan lebih baik dalam hal pendekripsi sasaran atau obyek. Tetapi apabila sistem ini dipergunakan dalam hal *Tracking* untuk obyek lebih dari satu, maka sistem ini kurang begitu baik dalam menentukan titik kursor *Tracking*. Kursor *Tracking* akan sering mengalami perpindahan titik *Tracking* dengan sendirinya apabila ada suatu obyek yang lebih dekat atau lebih tinggi dari obyek sebelumnya.
- d. Dari hasil pengujian kecepatan gerak suatu obyek. Menunjukkan bahwa sistem ini akan berkerja lebih baik apabila dibandingkan dengan obyek atau sasaran tersebut diam. Semakin obyek melakukan banyak gerakan maka sistem ini akan lebih akurat dalam mendekripsi dan *Tracking* suatu obyek. Dimana pada penelitian ini obyek bergerak dengan kecepatan 4,9 Kph dan 13,5 Kph.
- e. Sistem deteksi dan *Tracking* ini juga sangat tergantung sekali dengan intensitas cahaya. Dimana pada pengujian sistem ini intensitas cahaya maksimal adalah 10240 Lux dan intensitas terendah adalah 20 Lux. Dari hasil pengujian sistem ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat berkerja dengan baik meskipun pada kondisi yang memiliki intensitas cahaya rendah yaitu 20 Lux.

REFERENSI

it-newbie. (2013, Desember). Dipetik November 02, 2017, dari [www.it-newbie.com](http://www.it-newbie.com/2013/12/pengertian-dan-fungsi-mouse-pada.html):

<http://www.it-newbie.com/2013/12/pengertian-dan-fungsi-mouse-pada.html>

makerlab-electronics. (2015). Dipetik November 03, 2017, dari www.makerlab-electronics.com: <https://www.makerlab-electronics.com/product/digital-servo-motor-mg996r-180-rotation/>

Addicore. (2017). Dipetik November 03, 2017, dari www.addicore.com: <https://www.addicore.com/lm2596-module-p/ad281.htm>

fritzing. (2017). Dipetik November 03, 2017, dari fritzing.org: <http://fritzing.org/projects/working-with-l298n-dc-motor-driver>

RedDotpaintball. (2017). Dipetik November 2017, 02, dari www.reddotpaintball.com: <http://www.reddotpaintball.com/cyma-ak47-electric-airsoft-rifle-lpeg>

A. McAndrew. (2004). *An Introduction To Digital Image Processing With Matlab Notes For Scm 2511 image processing*. Melbourne: Victoria University Of Technology.

Arduino. (2016, Desember 14). *Arduino Mega*. Dipetik November 01, 2017, dari Arduino: <https://www.arduino.cc/>

Deva, R. (2013). "Background Subtraction" University Of Caloifornia. *Background Subtraction*.

I.T. Young, J. A. (1995). *Fundamental Of Image Processing*. Den Haag: Delft University Of Tecnology.

Logitech. (2017). *Logitech*. Dipetik November 03, 2017, dari support.logitech.com: http://support.logitech.com/en_us/product/hd-webcam-c525

Logitech. (2017). *Logitech*. Dipetik November 02, 2017, dari www.support.logitech.com: <http://support.logitech.com/en-us/product/extreme-3d-pro>

Priyanto Hidayatullah, S. M. (2017). *Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Informatika Bandung.

Rusianto, P. S. (2016). Mahasiswa S1 Teknik Elektro STTAL. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Deteksi Gerak Pada Ruang Server Menggunakan Metode Background Subtraction*.

Samantha, G. (2013, Oktober 21). *National Geographic Indonesia*. Dipetik Juni 15, 2017, dari National Geographic: <http://nationalgeographic.co.id>

Samsung. (2017, Agustus 22). *Wikipedia*. Dipetik September 07, 2017, dari Samsung SGR-A1 Sentry Gun: <https://en.wikipedia.org>

Trikueni. (2014, Maret 11). *Pengertian Motor Servo*. Dipetik November 02, 2017, dari Trikueni-disain-sistem: <https://trikueni-desaint-sistem.blogspot.co.id>

Wikipedia. (2017, Oktober 15). *Monitor*. Dipetik November 02, 2017, dari Monitor_komputer: <https://id.wikipedia.org>

Wikipedia. (2017, Oktober 06). *Motion Capture*. Dipetik November 03, 2017, dari Motion_Capture: <https://id.m.wikipedia.org>

Wikipedia. (2017, Agustus 3). *OpenCV*. Dipetik September 17, 2017, dari Open CV-Wikipedia: <https://en.m.wikipedia.org>

Wikipedia. (2017, Oktober 17). *Raspberry Pi*. Dipetik November 03, 2017, dari Raspberry Pi-Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi