

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Spesifikasi dan Fitur DF Robot Romeo V2.0 [13]	12
Tabel 4-1 Pengaruh Jarak Terhadap RSSI	25
Tabel 4-2 Pengaruh RSSI Terhadap Framerate	27
Tabel 4-3 Hasil Pengujian Pengaruh RSSI Terhadap Bitrate	28
Tabel 4-4 Tabel Status Perpindahan Access point.....	31

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut [1] kamera adalah sebuah alat untuk merekam adegan cahaya sepanjang orientasi garis dua dimensi. Kamera digunakan untuk berbagai macam tujuan seperti merekam suatu kejadian, memonitor suatu lokasi, mengambil gambar, dan lain-lain. Pengiriman gambar yang ditangkap oleh kamera dapat dilakukan menggunakan kabel atau secara *wireless*. Pengiriman gambar secara *wireless* membuat penggunaan kamera menjadi semakin variatif seperti melakukan *streaming video* secara langsung dari jarak yang jauh.

Penggunaan kamera dapat memudahkan manusia untuk melakukan navigasi visual pada objek atau benda yang bergerak. Kamera dapat digunakan sebagai “mata” bagi manusia yang ingin mengobservasi sesuatu atau mengendalikan sebuah benda jarak jauh.

Robot diciptakan untuk membantu kehidupan manusia baik pekerjaan berat maupun ringan [2]. Robot *teleoperation* dapat dikendalikan jarak jauh menggunakan berbagai macam transmisi seperti Bluetooth, *Wireless Fidelity* (Wi-Fi), Zigbee, *Radio Frequency* (RF), dan lain-lain.

Robot yang pernah diteliti sebelumnya adalah *teleoperated spy robot* [3] dan [4]. Kedua robot ini menggunakan Bluetooth sebagai media transmisi pengiriman perintah dan Wi-Fi sebagai media transmisi pengiriman *video*. Kamera Internet Protocol (IP) terpisah digunakan untuk mengirim *video stream* dengan memanfaatkan *smartphone* berbasis Android [3] dan menggunakan *night vision wireless IP camera* [4].

Kedua spy robot ini sudah memanfaatkan kamera IP sebagai alat untuk memantau kondisi sekitar robot yang dikendalikan namun perlu menggunakan Bluetooth untuk pengiriman perintah. Pengiriman *streaming* kamera IP menggunakan Wi-Fi pada *smartphone* Android sedangkan pengiriman perintah menggunakan modul Bluetooth

HC-06 [3] dan modul Bluetooth HC-05 [4] . Berdasarkan [5], Bluetooth hanya dapat mengirim data hingga 10 meter.

Dari latar belakang tersebut, diperlukan sebuah cara untuk membantu operator untuk menavigasi robot *teleoperated*. Kamera IP menggunakan Raspberry Pi dapat membantu operator dalam melakukan navigasi menggunakan Wi-Fi sebagai media transmisi gerakan dan juga *streaming video* dimana pengiriman dapat disatukan menggunakan transmisi Wi-Fi. Robot dapat berpindah *access point* agar jarak jangkauan pengoperasian *teleoperated* dapat menjadi lebih jauh.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah-masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana pengaruh perpindahan robot dari suatu *access point* ke *access point* lainnya?
2. Bagaimana membangun *teleoperated* robot dengan model komunikasi Wi-Fi dan kamera sebagai *visual guided navigation*?
3. Bagaimana hasil *streaming* untuk melakukan navigasi visual secara manual?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Menerapkan penggunaan kamera IP berbasis Raspberry Pi untuk navigasi secara visual pada robot *teleoperated* yang dapat dikendalikan.
2. Menganalisa kualitas *streaming video* berdasarkan eksperimen pengukuran RSSI.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Menguji hasil *streaming video* kamera IP berbasis Raspberry Pi menggunakan Wi-Fi,
2. Mengimplementasikan kamera IP berbasis Raspberry Pi yang dapat berpindah *access point*,

3. Memberikan hasil pengujian berupa *framerate* dan *bitrate* pada hasil *streaming video* pada jarak tertentu,
4. Menggunakan Cherokee 4WD sebagai robot *teleoperated*,
5. Pengendali direksi dan kecepatan roda menggunakan Arduino Leonardo,
6. Robot dikendalikan oleh operator,
7. Menggunakan Wi-Fi sebagai alat komunikasi,
8. Protokol *User Datagram Protocol* (UDP) untuk pengiriman *streaming video* dan *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) untuk pengiriman perintah,
9. Menggunakan Bahasa pemrograman C++ untuk aplikasi pada Raspberry Pi,
10. Menggunakan bahasa pemrograman C# untuk pembuatan aplikasi operator pada laptop,
11. Menggunakan Aforge.NET sebagai *library image processing* dan penerima *streaming*,
12. Menggunakan *motion* untuk pengiriman *video stream* dan pengaturan *server* Raspberry Pi.
13. Menggunakan *access point* tanpa antena yang berperan sebagai repeater.

1.5 Sistematika Penulisan

1. Kajian Pustaka

Melakukan kajian pustaka untuk mencari referensi alat-alat dan pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas akhir. Pencarian kajian pustaka akan dilakukan menggunakan buku, *paper*, *website*, dan lain sebagainya.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data akan dilakukan dengan menggunakan beberapa pengujian untuk mendapatkan data kelancaran *video streaming*. Pengumpulan data akan dilakukan dengan mengukur *framerate* dan *bitrate* pada tingkat RSSI tertentu dan mengecek perpindahan koneksi Wi-Fi terhadap *access point*.

3. Rancangan Penelitian

Melakukan perancangan system pengendalian robot dengan *visual navigation* dengan memasang komponen-komponen pada robot dan melakukan percobaan apakah sistem berjalan dengan baik atau tidak dengan melakukan pengecekan per bagian seperti komunikasi, *streaming video*, dan lain-lain.

4. Hasil Pengujian

Pengujian hasil dilakukan dengan mengambil jumlah *framerate* dan *bitrate* yang didapatkan pada level RSSI tertentu.

5. Kesimpulan dan Saran

Mengambil kesimpulan dari hasil pengujian yang didapatkan. Saran diberikan untuk melanjutkan penelitian selanjutnya.

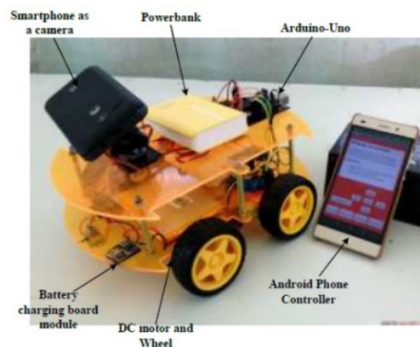
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya [3] dan [4] robot yang dikendalikan secara *teleoperated* menggunakan Bluetooth sebagai media transmisi. Operator menggunakan *smartphone* berbasis Android sebagai *master* dan modul Bluetooth HC-06 dan Bluetooth HC-05 secara berurutan sebagai *slave* untuk menerima data dan memberi perintah pada robot. Robot sudah memiliki kamera agar robot dapat dikendalikan jarak jauh dan operator dapat melihat keadaan sekitar robot dan juga mengetahui arah dan tujuan dari robot.

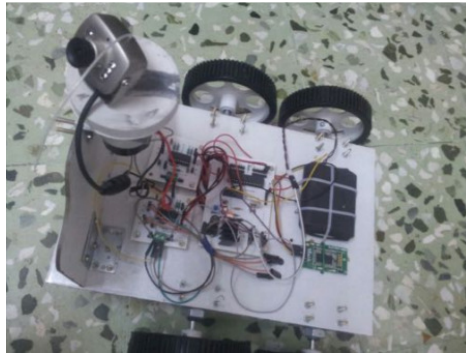
Penelitian [3] menggunakan mikrokontroler Arduino UNO sebagai otak utama robot untuk menjalankan perintah yang diterima dan menggerakkan aktuator. Penelitian memanfaatkan *smartphone* berbasis Android sebagai *server* untuk mengirim gambar dari kamera untuk digunakan oleh operator sebagai acuan pengendalian robot. Arduino UNO memiliki *Random Access Memory* (RAM) sebesar 2KB [6]. Kekuatan komputasi untuk mengirim gambar atau sebagai *server* untuk mengirim gambar dari kamera sangat kurang sehingga membutuhkan prosesor yang terpisah yaitu *smartphone* untuk mengirim *stream video*.

Pembuatan aplikasi menggunakan Basic4Android *programming* sebuah *tool* pemrograman untuk Android yang dikembangkan oleh Anywhere Software Ltd. *Tool* pemrograman ini beroperasi pada sistem operasi Windows dan memerlukan Java Development Kit (JDK) serta Android Software Development Kit (SDK). *Tool* pemrograman ini dapat dijalankan pada sistem operasi 32-bit dan 64-bit.



Gambar 2-1 Penelitian Sebelumnya [3]

Penelitian [4] tidak jauh berbeda dengan penelitian [3] dimana otak utama robot menggunakan Arduino UNO dan menggunakan *Wireless IP Camera* terpisah untuk mengirimkan *stream video*. Berbeda dengan robot penelitian [3], Penelitian [4] menggunakan *Night Vision Wireless IP Camera*. Robot dikendalikan menggunakan Android melalui aplikasi yang dibuat menggunakan MIT App Inventor (ai2.appinventor.mit.edu) yaitu sebuah *website* untuk mendesain dan membuat aplikasi berbasis Android. Pengaksesan *stream* kamera dan pengendalian robot menggunakan *smartphone* berbasis Android.



Gambar 2-2 Penelitian Sebelumnya [4]

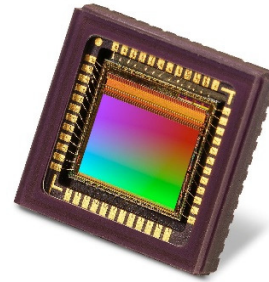
2.2 Kamera

Kamera adalah sebuah alat untuk mengambil gambar dan disimpan dalam bentuk film atau digital. Kamera digital tidak memiliki film seperti kamera film, kamera digital merubah cahaya menjadi muatan listrik dan disimpan pada sistem penyimpanan digital seperti *SD card*. Kamera digital menggunakan sensor *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) atau *Charge Couple Device* (CCD). CCD digunakan pada kebanyakan kamera sedangkan CMOS digunakan oleh kamera yang kualitasnya lebih rendah [7]. CMOS dan CCD memiliki cara kerja yang hampir sama.

CCD dan CMOS adalah sensor yang terdiri dari dioda yang sensitif terhadap cahaya. Dioda ini akan mengubah cahaya menjadi listrik. Semakin besar intensitas cahaya, semakin banyak muatan listrik yang akan terkumpul pada dioda tersebut. Perbedaan CMOS dan CCD adalah setelah proses penerimaan cahaya. CCD



(a)



(b)

Gambar 2-3 Sensor Kamera (a) CCD [17] (b) CMOS [16]

menggunakan proses manufaktur yang dapat mengirim muatan tanpa adanya distorsi sehingga hasilnya semakin baik dibandingkan CMOS.

2.3 Kamera IP

Kamera IP adalah kamera digital yang dapat terhubung langsung dengan sebuah jaringan lokal atau jaringan internet. Komponen utama dari kamera IP adalah lensa, sensor gambar, satu atau beberapa prosesor, dan memori. Prozessor digunakan untuk memproses gambar, kompres, analisis *video*, dan fungsionalitas jaringan. Memori digunakan untuk menyimpan program komputer.

Kamera IP memiliki alamat IP sendiri, terkoneksi secara langsung ke jaringan, dan dapat diletakkan dimanapun yang dekat dengan koneksi kepada jaringan. Kamera IP dapat diakses oleh perangkat seperti PC, *smartphone*, dan lain-lain secara jarak jauh. Kamera IP dapat terhubung dengan jaringan secara *wireless* atau dengan kabel Kamera IP dapat merekam maupun sebagai *streaming video* secara langsung.

2.4 Robot

Robot pada kamus bahasa Inggris [8] memiliki pengertian sebuah mesin yang dapat melakukan hal kompleks dan dapat mengikuti beberapa gerak dan kerja manusia secara otomatis. Robot dapat dibagi menjadi dua buah tipe yaitu:

1. *Fixed robot*

Fixed robot adalah robot yang tidak dapat berpindah tempat sehingga memiliki jangkauan pergerakan yang terbatas di tempat robot tersebut diletakkan. *Fixed robot* tidak memiliki alat penggerak dan biasanya sudah terpasang di suatu tempat. Contoh dari *fixed robot* adalah *arm robot* yang hanya beroperasi pada jangkauan tertentu dan memiliki pekerjaan yang spesifik.

2. *Mobile robot*

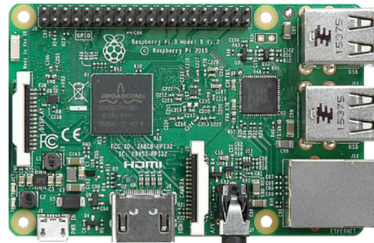
Mobile robot adalah robot yang dapat berpindah tempat dan melakukan tugasnya di tempat yang berbeda-beda. Perpindahan tempat dapat dilakukan di air, darat, atau udara. *Mobile robot* dapat berpindah tempat secara otomatis ataupun secara manual. Penggerak dari *mobile robot* dapat berupa roda, kaki, baling-baling, dan lain-lain.

2.5 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah sebuah *Personal Computer* (PC) kecil yang memiliki ukuran sebesar kartu kredit. Raspberry Pi berbeda dengan laptop maupun PC karena dapat digunakan untuk proyek elektronika namun Raspberry Pi juga dapat melakukan apa yang dapat dilakukan PC. Raspberry Pi memiliki RAM sebesar 512 MB hingga 1 GB dan memiliki prosesor ARM dan pengolah grafik [9].

Raspberry Pi memiliki sistem operasi seperti PC pada umumnya. Raspberry Pi memiliki sistem operasi bernama Raspbian namun dapat dimasukkan sistem operasi lainnya seperti Ubuntu Mate, Windows, dan berbagai macam sistem operasi lainnya.

Raspberry Pi memiliki beberapa *General Pin Input/Output* (GPIO). GPIO digunakan untuk berinteraksi dengan rangkaian elektronika untuk mengaktifkan sensor maupun



Gambar 2-4 Raspberry Pi 3 [18]

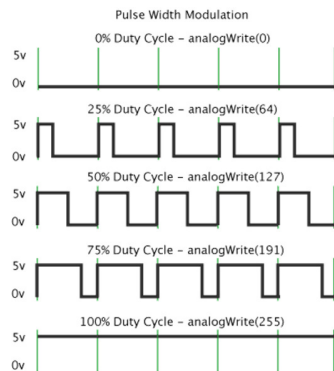
menjalankan rangkaian. Setiap pin memiliki fungsinya masing-masing dimana ada pin yang dapat diprogram dan ada yang tidak dapat diprogram.

2.6 PWM

PWM adalah singkatan dari *Pulse Width Modulation* yang digunakan untuk mendapatkan hasil analog dari rata-rata nilai digital. Sinyal digital hanya dapat menghasilkan tegangan 0 volt (LOW) dan tegangan maksimalnya (HIGH). Sinyal digital akan membentuk gelombang berbentuk persegi dari pergantian HIGH dan LOW suatu pin. Selang perubahan HIGH dan LOW suatu tegangan akan menghasilkan tegangan diantara 0 volt dan tegangan maksimum dari hasil rata-rata waktu pin dalam keadaan HIGH. Rata-rata waktu pin dalam keadaan HIGH dapat dibuat persentase yang dinamakan *duty cycle*. Hasil keluaran tegangan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$V_{Output} = V_{max} \times Duty\ Cycle \quad (2.1)$$

$$Duty\ Cycle = \frac{t_{HIGH}}{t_{HIGH} + t_{LOW}} \times 100\% \quad (2.2)$$



Gambar 2-5 PWM Duty Cycle [10]

PWM sering kali digunakan untuk pengendalian kecepatan motor DC, keterangan cahaya *led*/lampu, pembuatan sinyal audio, dan lain-lain.

2.7 Wi-Fi

Wi-Fi merupakan kepanjangan dari *Wireless Fidelity*. Menurut [11] Wi-Fi adalah segala koneksi lokal tanpa kabel tipe IEEE 802.11. Wi-Fi memperluas *Local Area Network* (LAN) dengan menyediakan jaringan tanpa kabel yang di desain sebagai pengganti kabel pada perkantoran. Standar IEEE 802.11 mendefinisikan protokol over-the-air untuk membantu jaringan lokal.

Standar IEEE 802.11 dapat dibagi menjadi beberapa spesifikasi antara lain [11]:

1. 802.11 adalah standar original yang dapat mentransmisikan 1 atau 2 Mbps pada pita 2.4 GHz menggunakan FHSS atau DSSS.
2. 802.11b adalah ekstensi dari 802.11 yang dapat mentransmisikan 11 Mbps pada pita 2.4 GHz. 802.11b menggunakan DSSS
3. 802.11a adalah ekstensi dari 802.11 yang dapat mentransmisikan hingg 54 Mbps pada pita 5 GHz. 802.11a menggunakan OFDM
4. 802.11g adalah ekstensi dari 802.11b yang dapat mentransmisikan hingga 54 Mbps pada pita 2.4 GHz. 802.11g menggunakan OFDM