

Kendali Robot Pemonitor Jarak Jauh Berbasis Smartphone Android

Implementasi Sistem Dan Analisis Kualitas *Video Streaming*

Sisdarmanto Adinandra¹, Wisnu Ainun Pangestu², Alvin Sahroni³

Laboratorium Kendali dan Automasi Industri
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
s.adinandra@uii.ac.id¹

Abstrak

Teknologi robotika, khususnya robot beroda telah mengalami perkembangan yang pesat. Kemajuan di bidang teknologi nirkabel mempermudah pengendalian robot jauh. Sebagai salah satu protokol komunikasi nirkabel, WIFI dapat digunakan untuk mengirimkan data berupa teks, suara ataupun gambar dalam bentuk *video streaming*. Kualitas *video streaming* dipengaruhi oleh *frame rate* dan *frame size*. Penelitian ini membahas tentang pembuatan kendali robot jarak jauh yang dikendalikan dengan perangkat android secara nirkabel dan dapat melihat hasil *streaming* dari kamera pada robot dengan perangkat android yang sama. Pengujian dilakukan dalam kondisi *indoor* dan *outdoor* dengan menggunakan tiga merk *smartphone* yang berbeda sebagai pengendalinya serta variasi *frame rate* dan *frame size*. Dari hasil pengujian *indoor* didapatkan bahwa *smartphone C* memberi hasil *streaming* pada jarak yang terjauh. Sedangkan untuk pengujian *outdoor*, *smartphone A* memberikan hasil *streaming* yang terbaik. Selain itu dibuktikan juga bahwa semakin tinggi *frame rate* dan *frame size* maka jarak maksimal *streaming* akan lebih pendek.

Kata Kunci: kendali robot jarak jauh, wifi, *video streaming*, android.

1. Pendahuluan

Robotika merupakan teknologi yang telah berkembang pesat dan sudah tidak asing lagi pada zaman sekarang ini. Banyak robot yang telah dibuat dengan tujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia, contohnya saja seperti robot yang digunakan untuk menelusuri tempat-tempat yang sangat berbahaya apabila dilakukan oleh manusia. Sehingga teknologi robot menjadi salah satu pilihan untuk menggantikan pekerjaan manusia demi meningkatkan keselamatan. Salah satu robot yang populer saat ini yaitu robot *vision* yang merupakan jenis robot beroda yang dilengkapi dengan kamera yang terpasang pada robot tersebut. Berbagai jenis pengendalian kerap dikembangkan untuk mempermudah manusia mengendalikan robot, mulai dari yang masih menggunakan kabel hingga *wireless*. WiFi adalah salah satu jenis komunikasi *wireless* yang dapat mengirimkan data berupa teks, suara, bahkan gambar. Teknik untuk mengirimkan data berupa gambar tersebut dinamakan *video streaming*. Dengan teknik *video streaming*, maka gambar yang tertangkap di kamera dapat dikirimkan dalam bentuk bit-bit data dan ditampilkan pada layar secara *real time*.

Android merupakan sistem operasi yang paling banyak digunakan pada *smartphone* saat ini. Berbagai aplikasi android telah banyak dibuat sebagai antarmuka bagi pengguna karena sifatnya yang *open source* sehingga lebih mudah untuk memodifikasi programnya. *Smartphone* juga menggunakan komunikasi *wireless* berbasis WiFi

sehingga memungkinkan untuk dapat saling berinteraksi dengan perangkat yang juga menggunakan komunikasi yang sama.

Penelitian ini membahas tentang sistem kendali robot beroda secara *wireless* dengan menggunakan antarmuka berbasis *smartphone* android dan dapat menampilkan hasil *streaming* kamera pada layar *smartphone* yang sama.

Dasar teori

1.1 Komunikasi WiFi

WiFi adalah kependekan dari *Wireless Fidelity* yang merupakan salah satu jenis komunikasi *wireless* yang sangat umum digunakan. WiFi memiliki pengertian yaitu sekumpulan standar yang digunakan untuk *Wireless Local Area Network* (WLAN) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11 (Wiguna et.al, 2012) Salah satu protokol yang digunakan dalam komunikasi WiFi adalah TCP/IP. TCP merupakan *connection-oriented*, yang berarti kedua computer yang ikut serta dalam penukaran data harus melakukan hubungan terlebih dahulu sebelum pertukaran data berlangsung. IP bertanggung jawab setelah hubungan berlangsung. IP bertugas untuk *me-route* paket data di dalam jaringan.

1.2 Video Streaming

Video streaming adalah urutan dari “gambar yang bergerak” yang dikirimkan dalam bentuk yang telah dikompresi melalui jaringan *wireless* dan ditampilkan oleh *player* ketika video tersebut telah

diterima oleh user yang membutuhkan. Proses *streaming* dipengaruhi oleh: *Frame size*, *Frame rate*, dan *Data rate*. *Frame size* adalah ukuran gambar dalam pixels yang merupakan gabungan dari tinggi dan lebar. *Frame rate* adalah sekumpulan gambar tunggal yang bergerak tiap detik (fps) untuk membuat sebuah rangkaian video. Sedangkan *Data rate* adalah kecepatan pengiriman data yang diukur dalam *bytes per second* (bps) (Heriman et.al, 2007)

1.3 Android

Pada *platform* android, *Software Development Kit* (SDK) yang digunakan adalah Eclipse. Untuk mengembangkan aplikasi android dibutuhkan plugin bernama *Android Developer Tools* (ADT). ADT ini berfungsi untuk mengemulasikan sebuah aplikasi yang dibuat seakan-akan ketika aplikasi dijalankan, aplikasi tersebut berjalan pada *hardware* yang sebenarnya. Dalam mengembangkan aplikasi android menggunakan SDK, terdapat bagian penting pada aplikasi itu sendiri yaitu *Activity Class*, *Android Manifest*, *Android UI*, dan *R.java*.

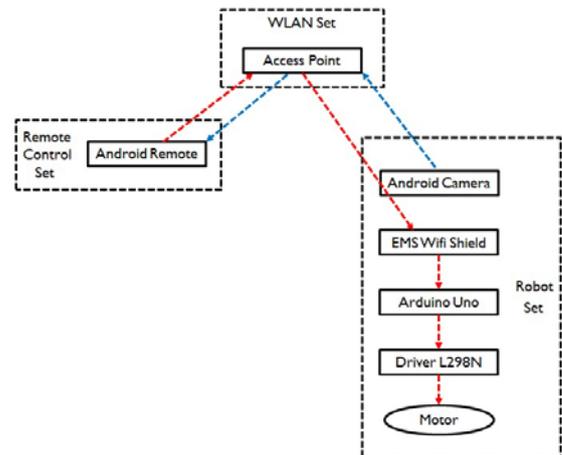
Activity Class merupakan *class* yang berisi halaman yang akan tampil pada layar ketika aplikasi berjalan. *R.java* merupakan *class* yang secara otomatis dihasilkan ketika membangun sebuah aplikasi. *R.java* berfungsi untuk menjembatani antara *class* dan layout. Setiap aplikasi android mutlak memiliki sebuah *Android Manifest* yang terdapat pada file *AndroidManifest.xml*. Pada manifest ini terdapat informasi mengenai spesifikasi dari aplikasi yang diciptakan. Setiap aplikasi android memiliki file manifest yang berbeda yang bergantung pada akses yang akan digunakan oleh aplikasi tersebut (Pramono et.al, 2010)

1.4 EMS Wifi Shield

EMS Wifi Shield merupakan modul *add-on/shield* yang berfungsi sebagai modul WiFi untuk modul mikrokontroler Arduino. Dengan menggunakan modul ini maka modul Arduino dapat dengan mudah terhubung ke jaringan WiFi dengan hanya menggunakan antarmuka UART TTL. Modul ini bekerja pada frekuensi 2,4GHz dengan power output sebesar +18dBm. Jarak jangkauan dari modul ini sangat bergantung juga dari kekuatan sinyal dari modul WiFi yang terhubung seperti WiFi Router, PC (sebagai *access point*) ataupun *smartphone* Android OS (*Tethering*)

2. Metode

Perancangan sistem pengendali robot jarak jauh berbasis *smartphone* android ini meliputi perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Diagram blok system dapat dilihat pada Gambar 1.

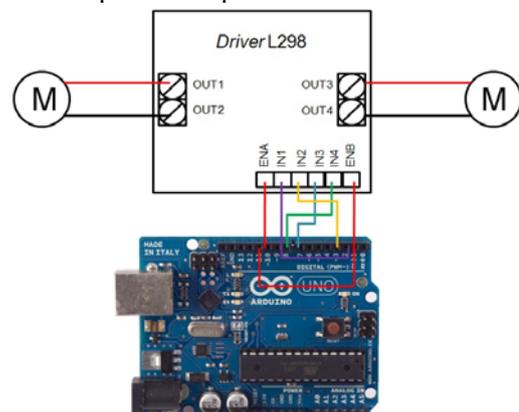


Gambar 1. Blok diagram sistem

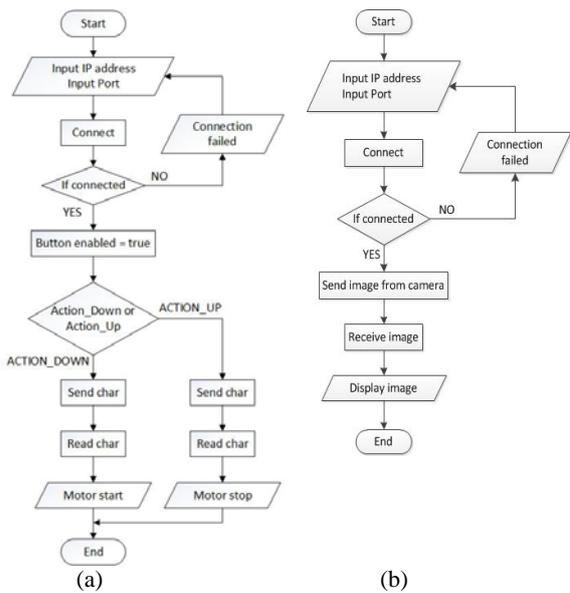
Pada bagian pengendali, android remote akan mengirimkan data berupa karakter ke EMS Wifi Shield melalui *access point*. Data karakter yang diterima kemudian dikirimkan ke Arduino melalui komunikasi serial. Kemudian Arduino akan membaca data serial yang diterima lalu mengirimkan sinyal logika dan PWM ke driver untuk menentukan aksi motor. Pada saat yang bersamaan, android kamera juga mengirimkan data berupa gambar ke android remote dalam bentuk bit-bit data melalui *access point*. Kemudian data yang diterima ditampilkan pada layar android remote secara *real time*.

2.1 Wiring Hardware pada Robot

Hardware yang terdapat pada robot terdiri dari atas beberapa bagian yaitu modul *wifi to serial*, mikrokontroler, driver motor, dan motor DC. Modul *wifi to serial* yang digunakan adalah EMS Wifi Shield dan mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Driver motor yang digunakan adalah driver modul L298N. Untuk dapat menggerakkan motor DC dibutuhkan sinyal logika dan sinyal PWM dari Arduino sebagai masukan untuk driver. IN1, IN2, dan ENA adalah masukan untuk motor kiri, sedangkan IN3, IN4, dan ENB adalah masukan untuk motor kanan. Koneksi pin antara Arduino dengan driver dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Wiring Arduino, driver, dan motor DC



Gambar 3. (a) Flowchart sistem untuk menggerakkan robot (b) untuk menampilkan streaming kamera.

2.2 IP Webcam

IP Webcam merupakan suatu aplikasi gratis dari Google PlayStore yang dapat digunakan untuk video dan audio *streaming*. IP Webcam dapat digunakan dalam jaringan WiFi tanpa akses internet. Ketika aplikasi dijalankan, maka IP Webcam akan memberikan alamat IP dan port dari android kamera dalam bentuk URL yang dapat dilihat pada perangkat apapun yang terhubung dengan jaringan yang sama menggunakan browser.

2.3 Pemrograman Arduino

Tipe Arduino yang digunakan pada sistem ini adalah Arduino Uno yang diprogram menggunakan *software* Arduino dengan bahasa C Arduino sebagai bahasa pemrogramannya. Pada program inti Arduino, modul Arduino Uno akan membaca data serial yang diterima dalam bentuk karakter yang disimpan pada variabel “data”. Saat data serial diterima, maka modul Arduino Uno akan memberikan sinyal logika ke driver untuk menggerakkan motor. Karakter yang diterima oleh Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data serial yang diterima dan fungsinya

Karakter	Fungsi
w atau W	Robot maju
x atau X	Robot mundur
a atau A	Robot belok kiri
d atau D	Robot belok kanan
z atau Z	Robot mundur kiri
c atau C	Robot mundur kanan



Gambar 5. Tampilan aplikasi android

Setelah data serial diterima, maka selanjutnya arduino akan mengirimkan sinyal logika dan sinyal PWM ke driver untuk menentukan aksi dari robot.

Tabel 2. Konfigurasi sinyal logika dan PWM terhadap aksi robot

Aksi	IN1	IN2	IN3	IN4	PWMA	PWMB
Maju	High	Low	High	Low	200	200
Mundur	Low	High	Low	High	200	200
Belok kiri	Low	Low	High	Low	200	200
Belok kanan	High	Low	Low	Low	200	200
Mundur kiri	Low	Low	Low	High	200	200
Mundur kanan	Low	High	Low	Low	200	200

2.4 Konfigurasi EMS Wifi Shield

Untuk melakukan konfigurasi pada EMS Wifi Shield maka digunakan modul FTDI *breakout* sebagai perantara untuk menghubungkan EMS Wifi Shield dengan PC. Kemudian digunakan *software* terminal seperti Tera Term pada PC untuk *setting* EMS Wifi Shield agar dapat terkoneksi secara otomatis dengan *access point* yang diinginkan. Adapun perintah-perintah yang digunakan untuk *setting* EMS Wifi Shield dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perintah-perintah untuk konfigurasi EMS Wifi Shield

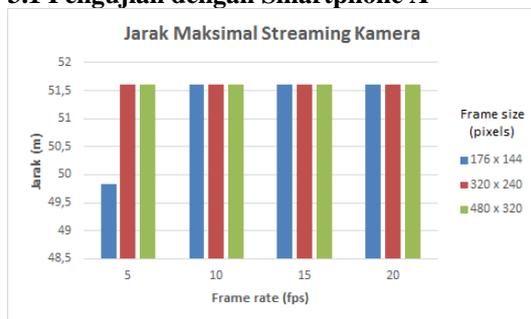
Perintah	Fungsi
\$\$\$	Masuk dalam mode Command
set wlan ssid AndroidWAP	Mengatur nama SSID dari <i>access point</i> yang akan dikoneksikan
set wlan auth 3	Mengatur tipe security yang digunakan yaitu WPA1-PSK/WPA2-PSK
set wlan passphrase 12345678	Mengatur password SSID dari <i>access point</i>
set wlan join 1	Mengatur EMS Wifi Shield agar dapat men-scan dan terkoneksi otomatis dengan SSID yang telah ditentukan
set wlan ext_ant 1	Mengatur EMS Wifi Shield agar menggunakan antena eksternal

Perintah	Fungsi
set ip dhcp 0	Menonaktifkan fitur DHCP
set ip address 192.168.1.4	Mengatur IP address
set ip gateway 192.168.1.1	Mengatur IP gateway
set ip netmask 255.255.255.0	Mengatur subnet mask
set ip localport	Mengatur port number yang digunakan
set ip protocol 1	Untuk menggunakan protokol TCP/IP
Save	Menyimpan konfigurasi
Reboot	Restart EMS Wifi Shield

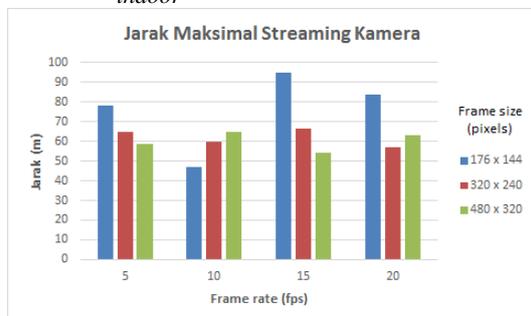
3. Hasil dan Pembahasan

Sistem diuji dengan 3 macam smartphone yang berbeda. Untuk masing-masing smartphone dilakukan pengaruh jarak pengendali dan robot terhadap kualitas *video streaming*. Pengujian dilakukan pada lingkungan indoor dan outdoor.

3.1 Pengujian dengan Smartphone A

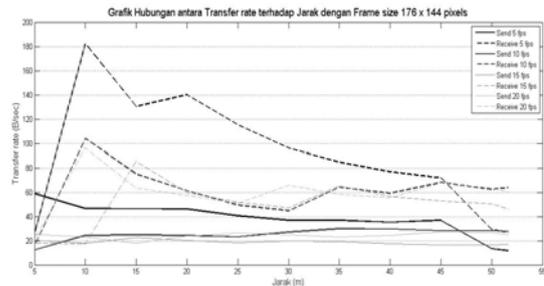


Gambar 6. Grafik hubungan antara jarak dengan *frame size* dan *frame rate* kamera pada kondisi indoor

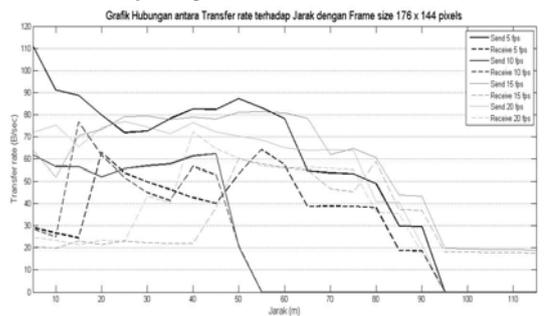


Gambar 7. Grafik hubungan antara jarak dengan *frame size* dan *frame rate* kamera pada kondisi outdoor

Pada pengujian jarak terhadap *frame size* dan *frame rate* ini, dalam kondisi indoor ternyata *smartphone A* masih mampu melakukan proses *streaming* dengan jarak maksimal yaitu 51,6 m dengan menggunakan *setting-an frame size* dan *frame rate* yang berbeda. Namun dalam kondisi outdoor, jarak *streaming* yang dapat dilakukan cenderung tidak stabil. Hal ini terjadi karena pada kondisi outdoor, area sinyal untuk menyebar menjadi lebih luas dan sinyal menyebar ke arah yang tak beraturan sehingga lama kelamaan menyebabkan sinyal menghilang (*free path loss*).



Gambar 8. Grafik hubungan antara transfer rate dengan jarak pada kondisi indoor

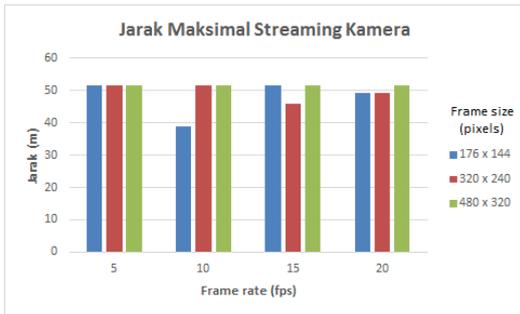


Gambar 9. Grafik hubungan antara transfer rate dengan jarak pada kondisi outdoor

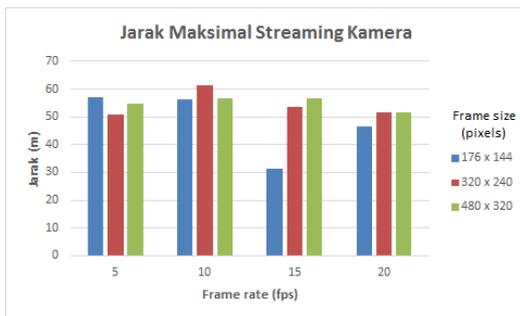
Pada pengujian ini, kecepatan mengirim untuk setiap *frame rate* memiliki karakteristik yang cenderung stabil, sedangkan pada kecepatan menerima terjadi peningkatan *transfer rate* yang sangat tinggi pada awal jarak. Hal ini dapat terjadi karena pada dasarnya sisi penerima membutuhkan usaha yang lebih besar untuk menangkap data yang tersebar di udara dan mendemodulasikan sinyalnya agar data tersebut dapat terbaca. Namun pada kondisi outdoor, kecepatan mengirim dan menerima terlihat lebih kacau. Hal ini diakibatkan oleh banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas sinyal pada kondisi outdoor.

3.2 Pengujian dengan Smartphone B

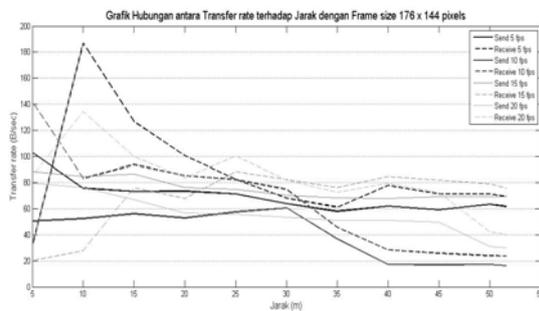
Pada pengujian jarak terhadap *frame size* dan *frame rate* dengan *smartphone B*, terlihat bahwa pada kondisi indoor dan outdoor proses *streaming* mengalami penurunan jarak maksimal ketika *frame size* dan *frame rate* dinaikkan. Ini menunjukkan bahwa *frame size* dan *frame rate* berpengaruh terhadap jarak *streaming* kamera. Hal ini terjadi karena semakin tinggi *frame size* dan *frame rate*, maka ukuran file gambar yang harus dikirimkan juga semakin besar. Sehingga bandwidth yang tersedia tidak cukup untuk mengirimkan file yang besar tersebut. Inilah yang membuat *streaming* menjadi tidak lancar hingga akhirnya terputus.



Gambar 10. Grafik hubungan antara jarak dengan frame size dan frame rate kamera pada kondisi indoor

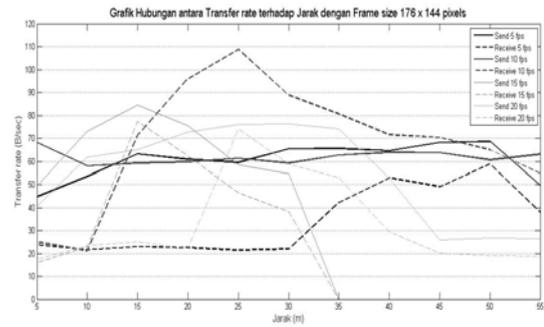


Gambar 11. Grafik hubungan antara jarak dengan frame size dan frame rate kamera pada kondisi outdoor



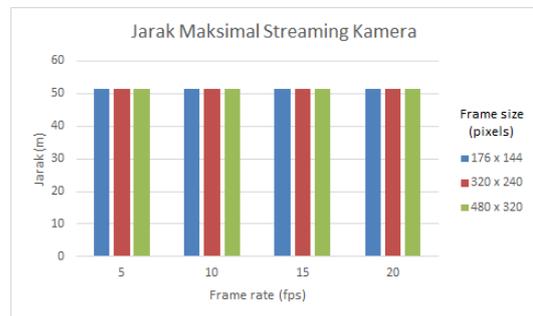
Gambar 12. Grafik hubungan antara transfer rate dengan jarak pada kondisi indoor

Pada pengujian dalam kondisi *indoor* terlihat bahwa, *transfer rate* memiliki karakteristik yang sama dengan pengujian *smartphone A*. Semakin jauh jaraknya maka kecepatan mengirim dan menerima cenderung mengalami penurunan. Pada kecepatan menerima juga mengalami peningkatan yang drastis di awal jarak seperti pada pengujian *smartphone A*. Sedangkan pada kondisi *outdoor*, karakteristik *transfer rate* juga terlihat tidak konsisten yang disebabkan oleh gangguan dari lingkungan sekitar sehingga membuat sinyal sering menghilang.

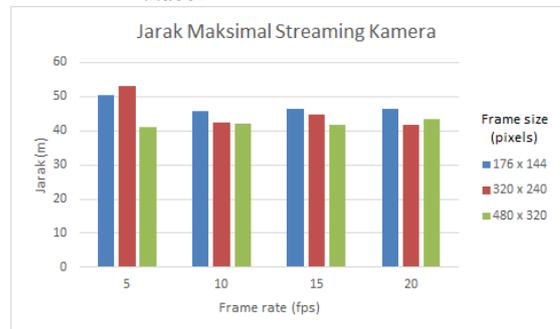


Gambar 13. Grafik hubungan antara transfer rate dengan jarak pada kondisi outdoor

3.3 Pengujian dengan Smartphone C

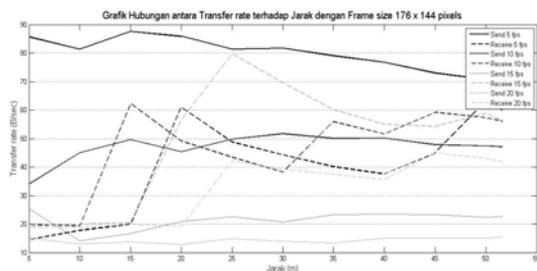


Gambar 14. Grafik hubungan antara jarak dengan frame size dan frame rate kamera pada kondisi indoor

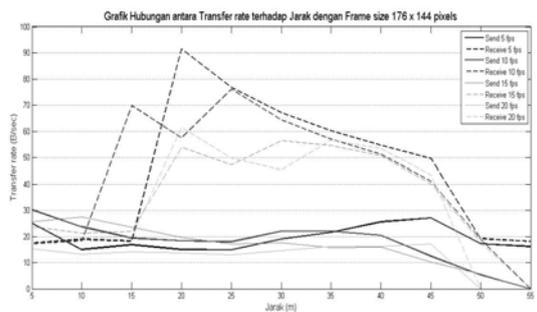


Gambar 15. Grafik hubungan antara jarak dengan frame size dan frame rate kamera pada kondisi outdoor

Hasil pengujian dengan *smartphone C* menunjukkan hasil yang berbeda. Pada pengujian ini terlihat bahwa *smartphone C* masih mampu melakukan proses *streaming* dengan baik dalam kondisi *indoor* dengan jarak maksimal yaitu 51,6 m. Namun dalam kondisi *outdoor*, proses *streaming* terlihat mengalami penurunan jarak saat *frame size* dan *frame rate* dinaikkan.



Gambar 16. Grafik hubungan antara Transfer rate dengan jarak pada kondisi indoor



Gambar 17. Grafik hubungan antara Transfer rate dengan jarak pada kondisi outdoor

Pada pengujian dengan *smartphone C*, *transfer rate* terlihat memiliki karakteristik yang sama baik dalam kondisi *indoor* maupun *outdoor*. Pada kondisi *outdoor*, trend yang terlihat dari grafik untuk kecepatan mengirim dan menerima cenderung normal. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kondisi *outdoor smartphone C* memiliki kemampuan menangkap sinyal yang lebih baik dibandingkan dengan merk *smartphone* yang lain.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan, proses *streaming* kamera dapat dilakukan dengan jarak yang lebih jauh dalam kondisi *indoor* dibandingkan dengan kondisi *outdoor*.

Frame size dan *frame rate* yang digunakan pada kamera berpengaruh terhadap jarak maksimal *streaming*. Semakin tinggi *frame size* dan *frame rate* yang digunakan maka ukuran file yang harus dikirimkan akan semakin besar sehingga membutuhkan *bandwidth* yang besar pula untuk mengirimkannya. Namun semakin jauh jarak antara pengirim dan penerima maka *bandwidth* yang tersedia akan semakin kecil sehingga file yang berukuran lebih besar tidak dapat terkirim dengan sempurna karena ada beberapa paket data yang terbuang. Hal ini yang kemudian membuat *streaming* kamera terputus.

Pada kondisi *indoor*, *streaming* kamera dapat dilakukan dengan jarak yang lebih maksimal jika menggunakan *smartphone C* dibandingkan dengan *smartphone* yang lain. Namun pada kondisi *outdoor*, *streaming* kamera dapat dilakukan dengan jarak

yang lebih maksimal jika menggunakan *smartphone A* dibandingkan dengan *smartphone* yang lain.

Untuk perbaikan kualitas sistem perlu dipertimbangkan penggunaan modul *wi-fi* yang dapat diakses secara peer-to-peer antara *smartphone* dan robot.

Daftar Pustaka

- Heriman, L. , Gunardi, H. dan Wilidarma, T., (2007). Implementasi dan Analisis Unjuk Kerja Video Streaming Pada Jaringan Kabel dan Nirkabel Dengan Metode Multicast. Jakarta.
- Innovative Electronics, [Online], Diakses di: http://innovativeelectronics.com/index.php?pg=ie_pd&idp=182. [2013].
- Noor, M. O., dan Afandi, A., (2005). Perancangan dan Implementasi Aplikasi Video Streaming Berbasis Web. Jakarta.
- Pradana, F. A. , Mazharuddin, A., dan Suardinata, I. W., (2011). Rancang Bangun Aplikasi Berpindah Pengendali Robot Berbasis Android Menggunakan Koneksi Bluetooth.
- Pramono, A., Mazharuddin, A., dan Studiawan, H., Aplikasi Pemantauan Lalu Lintas Mobil Dengan Menggunakan Sensor Gerak dan Mikrokontroler Arduino. Surabaya.
- Saleh, K., (2011). Rancang Bangun Robot Pemantau Wireless Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Menggunakan Bahasa Basic. *Jurnal Penelitian Sains*, vol. XIV, no.4.
- Simanjuntak, M. G., (2012). Perancangan Prototype Smart Building Berbasis Arduino UNO. Medan.
- Syahid, (2012). Rancang Bangun Robot Beroda Berbasis Android Menggunakan Komunikasi USB, vol. I, pp.33-42.