

# HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI) BERBASIS ANDROID UNTUK MONITORING DAN KENDALI SISTEM CATU DAYA

## HUMAN MACHINE INTERFACE ANDROID BASED FOR MONITORING AND CONTROLLING POWER SUPPLY SYSTEM

Indra Prastowo<sup>1</sup>

M. Ary Murti, ST., MT.<sup>2</sup>

Unang Sunarya, ST., MT.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>(indrong03@gmail.com)

<sup>2</sup>(abumuflih2005@yahoo.com)

<sup>3</sup>(unang\_sy@yahoo.com)

### Abstrak

*Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)* adalah sistem kendali industri berbasis komputer yang dipakai untuk pengontrolan suatu proses, seperti: proses industri: manufaktur, pabrik, produksi, generator tenaga listrik. proses infrastruktur: penjernihan air minum dan distribusinya, pengolahan limbah, pipa gas dan minyak, distribusi tenaga listrik, sistem komunikasi yang kompleks, sistem peringatan dini dan sirine. proses fasilitas: gedung, bandara, pelabuhan, stasiun ruang angkasa.

Human Machine Interface (HMI) merupakan tampilan penghubung antara manusia dengan mesin yang berfungsi sebagai user interface dan sistem kontrol pada manufaktur. HMI dapat digunakan untuk menunjukkan kesalahan mesin, status mesin, memudahkan operator untuk memulai dan menghentikan operasi, serta memonitor beberapa part pada lantai produksi.

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan dengan membangun sistem SCADA sederhana menggunakan *board* mikrokontroler Arduino sebagai kontroler dan ponsel Android sebagai HMI. Arduino diterapkan sebagai kontroler dan *interface* antara sensor dan aktuator. Arduino akan membaca nilai sensor Arus dan LDR (cahaya). Dan penambahan trafo untuk menghitung dan mengatur tegangan yang diinginkan. Aplikasi pada ponsel Android digunakan untuk *monitoring* nilai sensor dan mengendalikan pin digital dan analog output dari Arduino. Platform sistem SCADA yang dibuat diterapkan pada *Local Area Network (LAN)* dan *Wide Area Network (WAN)*.

Kata kunci : SCADA, HMI, Android, dan Arduino.

### Abstract

*Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)* is a computer-based industrial control systems used to control a process, such as: process industries: manufacturing, factory, production, electric power generators. the infrastructure: drinking water purification and distribution, sewage treatment, gas and oil pipelines, power distribution, complex communication systems, early warning systems and sirens. process facilities: buildings, airports, ports, the space station.

Human Machine Interface (HMI) is a display link between man and machine that serves as the user interface and control systems in manufacturing. HMI can be used to indicate engine fault, the status of the machine, allows the operator to start and stop operation, as well as to monitor multiple parts on the production floor.

Final research is done by building a simple SCADA system using the Arduino microcontroller board as a controller and Android phones as HMI. Arduino is applied as the controller and interface between sensors and actuators. Arduino will read Flow sensor values and LDR (light). And the addition of a transformer to calculate and set the desired voltage. Application on an Android phone is used for monitoring the sensors and controlling the value of the digital and analog output pin of the Arduino. SCADA system platform which is made applicable to a Local Area Network (LAN) and Wide Area Network (WAN).

Keywords : SCADA, HMI, Android, and Arduino

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan teknologi perangkat bergerak maju sangat pesat. Dimana perkembangan ini menuju ke arah mobile smartphone. Mobile smartphone ini mampu melakukan komunikasi serta terdapat fungsi Personal Digital Assistant (PDA) di dalamnya yang mempunyai fungsi seperti computer. Pada

awalnya telepon selular dan PDA ini terpisah dan mempunyai fungsi yang berbeda. Awal perkembangannya telepon selular hanya untuk komunikasi seperti menelpon dan SMS (Short Message Service). Sedangkan PDA untuk pengorganisir pribadi. Perkembangan selanjutnya PDA bertambah fungsinya seperti kalkulator, penunjuk jam dan waktu, permainan komputer, pengakses internet, penerima dan pengirim surat elektronik (e-mail), penerima radio, perekam video, dan pencatat memo. Selain itu, dengan PDA (komputer saku) ini, kita dapat menggunakan buku alamat dan menyimpan alamat, membaca e-book, menggunakan GPS dan masih banyak lagi fungsi yang lain. Bahkan versi PDA yang lebih canggih dapat digunakan sebagai telepon genggam, akses internet, intranet, atau extranet lewat Wi-Fi atau jaringan wireless. Penggabungan inilah dinamakan mobile smartphone. Dan pada saat ini perangkat mobile smartphone banyak berkembang dan mempunyai operating system (OS) yang berbeda-beda. Operating System (OS) yang saat ini berkembang dan dikenal luas ada 3 macam. Yaitu Android dari Google, IOS dari Apple, dan Windows Phone dari Microsoft.

Salah satu Operating System (OS) yang sedang berkembang pesat saat ini adalah sistem operasi Android yang dikenalkan oleh Google. Android adalah OS yang berbasis Linux yang diperuntukan khusus mobile device, seperti smartphone atau tablet PC. Secara umum Android adalah platform terbuka atau bisa disebut dengan open source. Dengan begitu banyak pengembang aplikasi yang bisa membuat aplikasi mereka sendiri untuk digunakan di perangkat bergerak dan bisa dikembangkan dalam perindustrian. Android sendiri sudah mengalami beragam perkembangan dan memiliki berbagai versi yang terus ditingkatkan dan ditambahkan fitur-fitur terbaru.

Seiring berkembangnya teknologi mobile smartphone, mobile smartphone dapat berfungsi sebagai HMI pada sistem SCADA. Diantaranya adalah bentuk fisiknya yang kecil dan bisa diakses melalui jaringan internet. Perkembangan sistem kendali saat ini menuju ke arah komunikasi antara kontroler dengan kontroler yang bisa dijangkau melalui jaringan internet. Dengan memanfaatkan jaringan internet, sebuah plant dapat dikendalikan dari jarak yang sangat jauh bahkan lintas negara.

SCADA kebanyakan diterapkan pada bidang industri seperti industri produksi, manufaktur, energi, perminyakan, dan transportasi. SCADA memiliki banyak keunggulan karena semua data dari sensor dan aktuator yang terhubung ke kontroler dapat diamati secara real time. Data tersebut ditampilkan pada komputer mini yang disebut HMI. SCADA yang diterapkan di industri memakan biaya (cost) yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan perangkat SCADA yang diterapkan harus memiliki spesifikasi yang tinggi seperti ketahanan terhadap suhu dan jam pemakaian (lifetime).

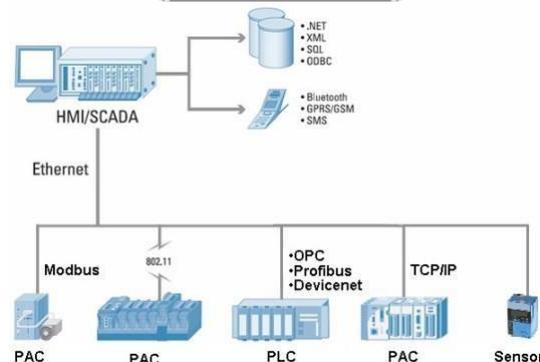
## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) adalah sistem kendali industry berbasis computer yang digunakan untuk pengontrolan suatu proses.

Sistem akan mengumpulkan informasi atau data-data dari lapangan yang kemudian dikirim ke sebuah computer pusat yang akan mengontrol dan mengatur data-data tersebut. SCADA digunakan pada industry yang membutuhkan pengawasan dan pengontrolan jarak jauh dengan input/output yang cukup banyak. Secara umum, sistem SCADA terdiri dari :

- a) Human Machine Interface (HMI).
- b) Unit terminal jarak jauh yang menghubungkan beberapa sensor pengukuran yang digunakan di pabrik dan lain-lain.
- c) Sistem pengawasan berbasis computer sebagai pengumpul data.
- d) Infrastruktur komunikasi yang menghubungkan unit terminal jarak jauh dengan sistem pengawasan.
- e) Programmable Logic Control



Gambar 1 : Arsitektur SCADA

## 2.2 Human Machine Interface

HMI adalah sebuah interface atau tampilan penghubung antara manusia dengan mesin. HMI juga merupakan user interface dan sistem kontrol untuk manufaktur. HMI memvisualisasikan kejadian, peristiwa, atau pun proses yang sedang terjadi di plant secara nyata sehingga dengan HMI operator lebih mudah dalam melakukan pekerjaan fisik (Irvine, 2001). Biasanya HMI digunakan juga untuk menunjukkan kesalahan mesin, status mesin, memudahkan operator untuk memulai dan menghentikan operasi, serta memonitor beberapa part pada rantai produksi.



**Gambar 2 :** Human Machin Interface buatan omron  
(makezine.com)

## 2.3 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah suatu sistem yang terdiri dari 2 (dua) atau lebih komputer agar bisa saling berkomunikasi dan bertukar informasi. Model OSI mendeskripsikan cara untuk bisa saling bertukar data dan informasi dari aplikasi pada satu komputer ke komputer lain. Department of Defense (DoD) memiliki model standar sendiri yang dikenal sebagai DoD Model atau TCP/IP Suite. Di dalam sistem komunikasi, terdapat aturan-aturan yang mengatur format data dan informasi yang disebut dengan protokol. Kebutuhanakan penggunaan protokol dalam berkomunikasi juga diterapkan dalam sistem jaringan komputer.

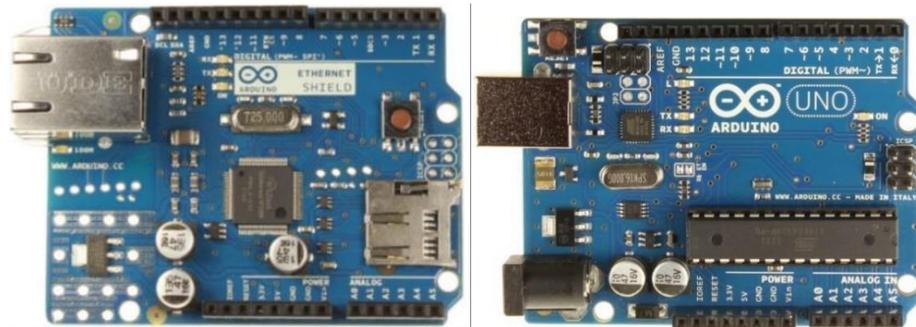
Komputer tidak memiliki kemampuan untuk mengenal data yang ingin dikirimkan dalam suatu komunikasi. Oleh karena itu, network engineer harus mendefinisikan data atau informasi ke dalam suatu format data agar bisa dikenal oleh komputer. Protokol jaringan komputer diterapkan pada setiap layer OSI. Kumpulan dari protokol ini disebut juga sebagai protocol suite.

## 2.4 Arduino Uno R3 dan Arduino Ethernet Shield

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino Ethernet Shield adalah modul arduino yang memungkinkan Arduino terhubung dengan internet yang menjadi server atau berkomunikasi dengan perangkat jaringan lainnya dengan menggunakan protocol TCP/IP. Shield Arduino diletakkan bertumpukan dengan board Arduino utama (Arduino Uno, Mega, dll.).

Arduino Ethernet Shield ini dibuat berdasarkan ethernet chip Wiznet W5100. Chip Wiznet W5100 menyediakan jaringan (protokol internet) dengan kemampuan TCP dan UDP. Mendukung sampai dengan 4 koneksi secara bersamaan. Ethernet Shield ini juga dilengkapi dengan port ethernet RJ45 dengan batasan kecepatan 10/100 Mb.



**Gambar 3** : Arduino Uno R3 dan Ethernet Shield.

## 2.5 Sensor arus listrik ACS712 dan Sensor LDR

IC ACS712 berfungsi untuk pengukuran arus AC ataupun DC di dunia industry. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, low-offset, dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional.

Sensor LDR adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan nilai resistansinya apabila mengalami perubahan cahaya. Nilai hambatannya tergantung dengan besar kecilnya cahaya yang diterima. Resistansi LDR pada tempat gelap bisa mencapai 10M $\Omega$ . sedangkan di tempat yang terang resistansinya menurun hingga 150 $\Omega$ .

## 2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Relay terdiri dari coil dan contact. Coil gulungan kawat yang mendapat arus listrik. Contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil.

Contact ada 2 (dua) jenis, yaitu Normally Open (NO) dan Normally Closed (NC). Normally Open (NO) adalah status relay terbuka (tidak terhubung) saat tidak ada arus pada kaki pengendali relay. Normally Closed (NC) adalah status relay tertutup (terhubung) saat tidak ada arus pada kaki pengendali relay.

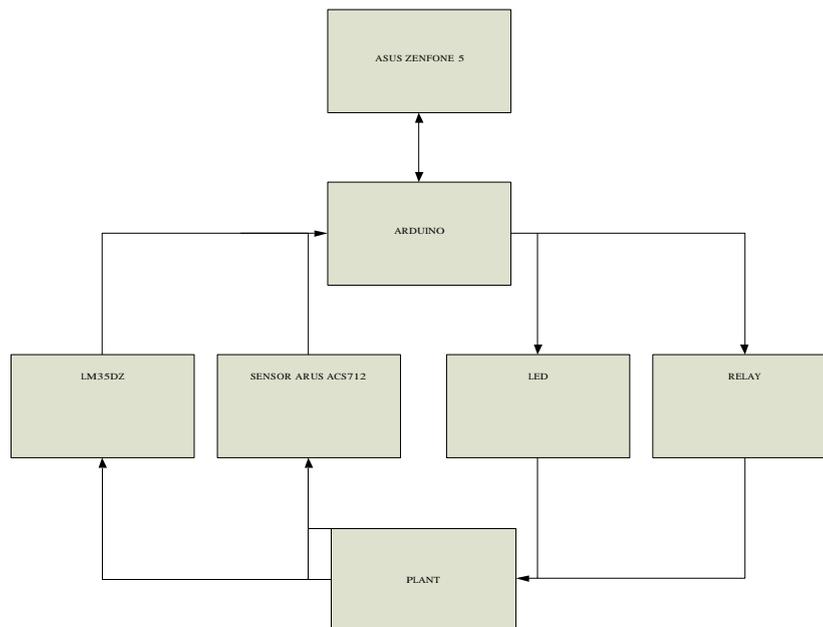
## 2.7 Shift Register 8 bit 74HC595

74HC595 merupakan IC shift register 8 (delapan) bit yang dilengkapi dengan storage register dan output 3 (tiga) kondisi (3-state). IC ini memiliki input data serial delapan (8) bit dan output data serial dan paralel 8 (delapan) bit. Data input akan digeser pada saat transisi sinyal clock ke positif. Salah satu aplikasi yang bisa digunakan dari IC ini adalah konversi data serial ke paralel.

## 3. PEMBAHASAN

Pada tugas akhir ini, sistem SCADA dibuat sesederhana dan seminimal mungkin, tetapi tetap dengan fungsionalitas yang bisa diandalkan. Hal ini dilakukan agar pengguna dapat lebih mudah dalam mengoperasikan HMI berbasis android ini.

### 3.1 Diagram Blok

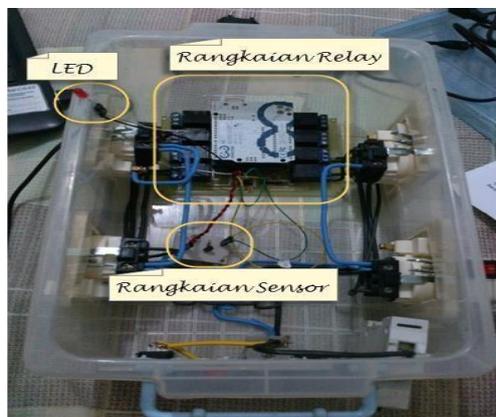


**Gambar 4.** Diagram Blok Sistem SCADA

Penjelasan singkat dari sistem SCADA ini seperti ditunjukkan pada diagram blok sistem di atas adalah sebagai berikut.

Blok Mikrokontroler adalah otak dari sistem ini. Blok Mikrokontroler memberi perintah kepada sensor ultrasonik untuk mulai mentransmisikan gelombang ultrasonik dan mengolah feedback dari sensor ultrasonik. Data ini kemudian diolah dan digunakan untuk mengatur intensitas motor vibrator. Ultrasonik Sensor dan Motor Vibrator mendapat catu daya dari Sistem Minimum Mikrokontroler. Sedangkan Mikrokontroler sendiri mendapat catu daya dari Power Supply Unit.

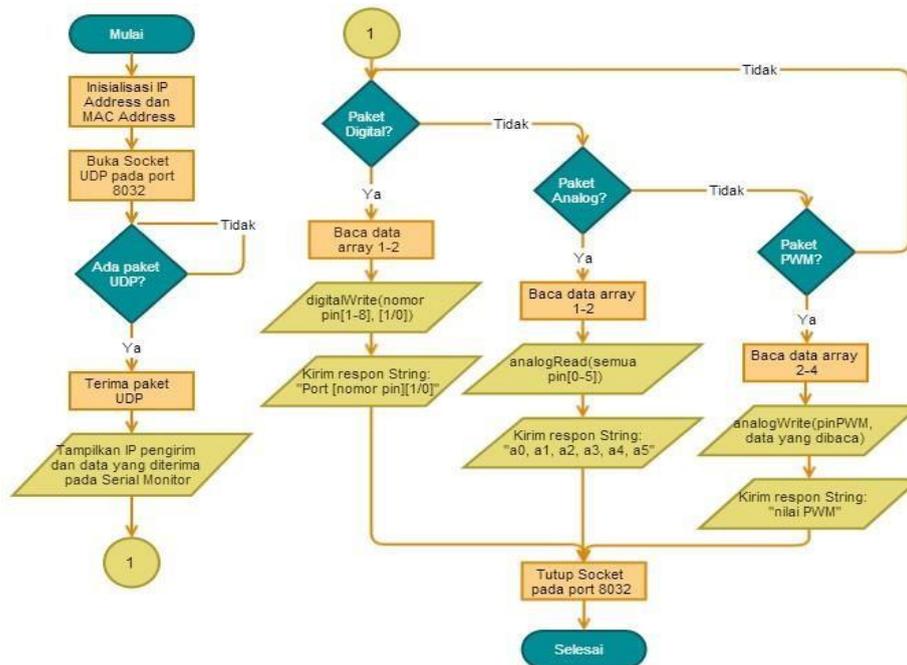
### 3.2 Hardware



**Gambar 5.** Implementasi Hardware

Platform sistem SCADA diterapkan untuk mengendalikan beban listrik AC yang bersumber dari listrik PLN. Pada penerapannya digunakan sebuah kotak yang terdapat rangkaian Printed Circuit Board (PCB) sistem keseluruhan, 4 (empat) buah stop kontak, dan rangkaian pengaman menggunakan Mini Circuit Board (MCB). Rangkaian PCB terdapat 8 (delapan) buah relay untuk penerapan digital output, sebuah LED untuk penerapan analog output, dan sebuah rangkaian sensor untuk penerapan analog input. Bagian digital output mengendalikan 4 (empat) buah stop kontak yang sudah terhubung dengan listrik AC dari PLN. Bagian analog output mengendalikan sebuah LED. Bagian analog input membaca nilai sensor. Gambar 5 adalah bentuk fisik dari kotak yang digunakan untuk implementasi hardware.

### 3.3 Flow Chart



Gambar 6. Flow Chart Diagram

Penggunaan Arduino di dalam tugas akhir ini untuk membaca data yang dikirim dari ponsel berbasis android dan menjalankan isi data tersebut. Gambar di atas adalah flowchart dari program Arduino. IP Address dari Arduino akan diinisialisasikan di awal. Selanjutnya Arduino akan membuka socket UDP pada port yang disamakan dengan yang digunakan pada Android, yaitu 8032. Arduino akan menunggu datangnya paket data dari Android. Ketika ada paket data, Arduino akan menampilkan IP Address dari Android dan isi dari paket data tersebut. Paket data yang dieksekusi ada 3 (tiga) sesuai dengan yang dikirimkan oleh Android. Paket data akan dipisahkan dengan melihat data pada array urutan 0. Jika data tersebut termasuk dalam paket data yang akan dieksekusi, maka data array urutan selanjutnya akan dibaca dan diolah oleh Arduino. Setelah pengolahan tersebut, Arduino akan mengirimkan paket data UDP ke Android berupa data respon.

### 3.4 Pengujian Analog Input, Digital Output, Dan Analog Output.

Ponsel Android berhasil membaca nilai sensor yang dihubungkan pada Arduino. Sensor yang dibaca adalah sensor arus (ACS712) dan sensor cahaya Light Dependent Resistor (LDR).

Ponsel Android berhasil mengendalikan 8 buah pin digital output dari Arduino melalui IC74HC595. Arduino dihubungkan pada rangkaian relay PCB. di bawah adalah hasil pengujian digital output rangkaian relay PCB. Tabel 4.1 menunjukkan keberhasilan program Android mengendalikan Arduino. Semua pin digital output bisa dikendalikan dengan tingkat keberhasilan 100%. Gambar pengujian ini dapat dilihat pada Lampiran C.

Ponsel Android berhasil mengendalikan pin PWM dari Arduino. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan pin PWM dengan LED. Kecerahan LED akan bervariasi dari gelap – terang sesuai dengan nilai PWM yang telah diterapkan. Pengujian ini dilakukan sebanyak 6 variasi nilai PWM, yaitu 50, 100, 150, dan 200.

Nilai SeekBar	Eksekusi Arduino	Duty Cycle (%)	
		Perhitungan	Percobaan
50	50	19,60	19,6
100	100	39,21	39,0
150	150	58,82	58,8
200	200	78,43	78,5



### 3.5 Hasil Pengujian *Local Area Network* (LAN)

Berikut ini adalah data hasil pengujian Delay Loop dari Analog Button dan Digital ToggleButton untuk LAN. Data yang ditampilkan merupakan data yang diolah dari hasil capture dengan Wireshark. Dari semua pengujian yang dilakukan, nilai rata-rata persentase data yang sukses dikirim dan diterima adalah 100% dengan Delay Loop bervariasi dari 0,00994 s – 0,01337 s. Tabel 4.5 menunjukkan summary dari seluruh pengujian yang dilakukan pada LAN. Berikut merupakan hasil dari pengujian.

Tabel 2 Tabel Summary pengujian pada LAN

Summary Data Pengujian pada <i>Local Area Network</i> (LAN)						
Pengujian ke-n	Analog Button			Digital ToggleButton		
	1	2	3	1	2	3
Akurasi	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
RTT rata-rata	0,01337 s	0,01001 s	0,01228 s	0,01193 s	0,01189 s	0,00994 s
Tx (bytes)	60.000	60.000	60.000	72.000	72.000	72.000
Rx (bytes)	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000

Berikut adalah keterangan mengenai grafik ini:

- Akurasi pengiriman data adalah 100%;
- Rata-rata Delay Loop adalah 0,01337 detik;
- Total data yang dikirimkan (Tx) dan diterima (Rx) adalah 132.000 bytes dengan rincian data Tx = 60.000 bytes dan Rx = 72.000 bytes.

### 3.6 Hasil Pengujian Pada *Wide Area Network* (WAN)

Berikut ini adalah data hasil pengujian *Delay Loop* dari Analog Button dan Digital ToggleButton untuk WAN. Data yang ditampilkan merupakan data yang diolah dari hasil *capture* dengan Wireshark. Dari semua pengujian yang dilakukan, nilai rata-rata persentase data yang sukses dikirim dan diterima di atas 99,91% dengan *Delay Loop* bervariasi dari 0,00871 s – 0,01334 s. Tabel 4.6 menunjukkan *summary* dari seluruh pengujian yang dilakukan pada LAN.

Tabel 4.6. Summary pengujian pada WAN

Summary Data Pengujian pada <i>Wide Area Network</i> (WAN)						
Pengujian ke-n	Analog Button			Digital ToggleButton		
	1	2	3	1	2	3
Akurasi	100,0%	100,0%	100,0%	99,7%	99,9%	99,9%
RTT rata-rata	0,01334 s	0,01227 s	0,01233 s	0,01003 s	0,00871 s	0,01191 s
Tx (bytes)	60.000	60.000	60.000	59.820	59.940	59.940
Rx (bytes)	72.000	72.000	72.000	71.784	71.928	71.928

Berikut adalah keterangan dari hasil pengujian ini:

- Akurasi pengiriman data adalah 99,7%;
- Rata-rata Delay Loop adalah 0,01003 detik;

- Total data yang dikirim (Tx) dan diterima (Rx) adalah 131.604 bytes dengan rincian data Tx = 59.820 bytes dan Rx = 71.784 bytes.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan ujicoba sistem HMI berbasis android untuk monitoring dan kendali system catu daya, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, antara lain:

1. Kemampuan aplikasi HMI berbasis android mampu berjalan dengan baik dalam membaca data analog input, digital output, dan analog output. Pembacaan data dari sensor arus ACS712 dan sensor cahaya LDR sesuai dengan yang diperhitungkan..
2. Pada percobaan *Local Area Network* (LAN), menghasilkan presentase 100%. Sedangkan pada percobaan *Wide Area Network* (WAN) menghasilkan presentase 99,91%. Dapat disimpulkan system SCADA bekerja sangat baik dan performa tinggi dalam LAN.

##### 4.2 Saran

Pada penelitian ini terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan lebih lanjut, diantaranya adalah :

1. Untuk mendapatkan hasil terbaik dari sistem yang telah diimplementasikan, pengembangan dapat berupa menerapkan system pada plant yang beraneka ragam dan sudah merupakan system kendali tertutup.
2. Pengembangan sisi jaringan adalah penggunaan ISP lain selain Telkom Speedy.
3. Untuk mencegah traffic yang besar, bisa menggunakan system VPN (*Virtual Private Network*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurose, James F., dkk. 2013. *Computer Networking: A Top-Down Approach*. New Jersey: Pearson.
- [2] Kadir, Abdul. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Penrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Penerbit ANDI. 2012
- [3] Jonathan Oxe & Hugh Blemings. *Practical Arduino Cool Projects for Open Source Hardware*. Appres. 2006
- [4] Brian W. Evans. *Arduino Programming Notebook*. First Edition August 2007
- [5] Francis. D. *Teknik Elektronika Catu Daya*. Pekalongan: CV. Bahagia, 1996
- [6] Utama, Andra. *Laporan Tugas Akhir Dengan Judul "Rancang Bangun Sistem Keamanan Bts Menggunakan Sensor Magnet Berbasis Arduino Yang Dikendalikan Oleh Telepon Selular"* Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom, Purwokerto, 2014
- [7] Floyd, Thomas L. *Electronic Devices Seventh Edition*. United States of America, 2005
- [8] Darma, Jarot .S, & Shenia A. *Buku Pintar Menguasai Internet*. Penerbit: Mediakita. Jakarta. 2009
- [9] Edhy, Suntanna. *Komunikasi Data & Jaringan Komputer*. Penerbit : Graha Ilmu Yogyakarta. 2005
- [10] Sugeng, Winarno. *Jaringan Komputer Dengan TCP/IP*. Penerbit: Informatika. Bandung. 2006