

LOW COST REMOTE TERMINAL UNIT (RTU) SISTEM SCADA BERBASIS ANDROID

Hendy Rudiansyah

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl. Kanayakan 21 Dago Bandung 40135

hendy_r@polman-bandung.ac.id

Abstrak

Kebutuhan akan pengontrolan dan pengawasan jarak jauh terhadap suatu plant sangatlah diperlukan saat ini, khususnya bagi industri menengah ke bawah. Sistem SCADA yang konvensional terdiri dari *Master Station*, *Remote Terminal Unit* (RTU), *Human Machine Interface* dan sistem komunikasi. Umumnya penggunaan RTU memiliki *platform* tertentu, atau menggunakan PLC dan mikrokontroler. Tetapi kompleksitas dan harga pengembangan dari sistem yang menjadi kendala utama, sehingga diperlukan RTU yang lebih murah untuk mengatasi masalah tersebut. Pemanfaatan *smartphone android* menjadi sebuah RTU yang *low cost*, dan mampu memenuhi persyaratan minimum, yaitu memantau data masukan analog, digital, dan kontrol. Pemanfaatan fungsi ADC dalam *arduino* digunakan untuk mengolah data masukan analog sensor suhu LM35 di *plant*, dan dipantau hasilnya di RTU dan *Master Station*, dan dianalisis dengan *regresi linier*. Didapatkan hasil kecocokan data untuk pembacaan sensor suhu mencapai 96%, sedangkan data yang dipantau di *plant* sesuai dengan data yang ditampilkan di RTU.

Kata Kunci : RTU, Android, Low Cost

1. Pendahuluan

Dalam dunia industri, dituntut suatu teknologi yang mampu menghasilkan peralatan yang dapat menyelesaikan segala permasalahan industri dan mempermudah manusia dalam bekerja. Dengan peralatan tersebut mampu menggantikan sebagian atau lebih peran manusia, sehingga proses industri semakin mudah, murah, praktis dan cepat. Hal ini yang terus mendorong para ahli untuk mengembangkan teknologi, dan menciptakan peralatan yang terbaru, terkini, dan lebih baik dari peralatan sebelumnya yang dianggap lebih mahal, kurang praktis dan lambat.

SCADA merupakan suatu proses *monitoring* dan pengendalian jarak jauh, serta akuisisi data yang sangat dibutuhkan oleh semua dunia industri seperti bidang manufaktur, transportasi, pengolahan air, distribusi listrik, dan lain – lain. Sistem SCADA merupakan kontrol yang tidak langsung, karena sebenarnya yang mengontrol langsung adalah PLC, mikrokontroler atau controller lainnya yang terpasang langsung di *plant*, sedangkan SCADA sifatnya sebagai koordinator dari kontrol – kontrol yang berada di bawah levelnya [1].

Pada umumnya sistem SCADA yang konvensional terdiri atas *Master Station*, *Remote Terminal Unit* (RTU), *Human Machine Interface* (HMI), dan sistem komunikasi, serta *plant* yang dikendalikan. RTU yang terpasang di *plant* biasanya menggunakan controller PLC, mikrokontroler, atau IED, alat ini akan mengendalikan aktuator dan mengambil data dari *plant* kemudian mengirimkannya ke *Master Station* melalui sistem komunikasi, kemudian data tersebut akan diproses dan ditampilkan dalam HMI [2].

Namun dikarenakan adanya berbagai jenis *platform* yang digunakan dalam SCADA, membuat penggunaannya terkendala karena tidak kompetibel antara komponen yang digunakan, dan masalah biaya yang cukup tinggi. Termasuk dalam pemilihan RTU yang merupakan komponen penting dan harus terpasang di *plant* yang akan dikendalikan dan dipantau prosesnya [3].

Pada umumnya saat ini RTU memanfaatkan RTU ber-*platform* SCADA seperti Siemens, ABB, dll, atau menggunakan PLC, akan tetapi terkendala dengan harga yang cukup tinggi jika dimanfaatkan untuk mengendalikan *plant* yang berskala menengah ke bawah. Sedangkan untuk syarat fungsi minimum yang harus dipenuhi RTU cukuplah banyak, diantaranya adalah mampu menerima data analog dengan range 4 – 20mA dan 0 – 10 Volt, mampu menerima dan memproses data digital dari *Master Station*, mampu berkomunikasi dengan *Master Station*, memiliki kemampuan *start-up* otomatis dan inisialisasi restorasi jika terjadi pemutusan daya listrik, memiliki kemampuan *download database* dari *Master Station*, memiliki cadangan baterai *backup*, dan lain – lain. Selain itu juga harus memiliki fitur pendukung dalam memberikan hasil yang maksimal atas kinerja RTU, seperti mendukung untuk penggunaan keluaran analog untuk standar nilai 4-20mA, PLC support, dan lain – lain [4].

Salah satu fungsi minimum dari RTU adalah dapat memantau tiga jenis data seperti *analog*, *digital* dan kontrol. Untuk *analog*, RTU mengukur data dengan satuan seperti tegangan dengan range 0 – 10 Volt, dan ampere dengan range 4 – 20 mA. Sedangkan untuk data *digital* dijelaskan dalam status tertentu, *alarm*

atau indikasi tertentu. Kemudian untuk data kontrol bisa digambarkan dalam kondisi *open* dan *close*, *raise* atau *lower* dan *reset* [4].

Oleh sebab itu dalam penelitian ini akan dibangun sebuah *Remote Terminal Unit* yang *low cost* dengan memanfaatkan *smartphone android* untuk pemantauan, kendali, serta akuisisi data terhadap *plant* yang diuji[7], dan penggunaan ADC dalam mikrokontroler *arduino*[6]. Kemudian data itu dikirimkan ke *Master Station* lewat jaringan internet dan ditampilkan menggunakan *labview based*[8] dan *web based*. Karena banyaknya syarat yang harus dipenuhi sebuah *Remote unit*, maka fokus penelitian ini hanya untuk memantau data *analog* dari *plant* dengan tampilan data di RTU, lalu dirubah menjadi data digital dalam mikrokontroler, data kontrol untuk masukan sertakeluaran digital.

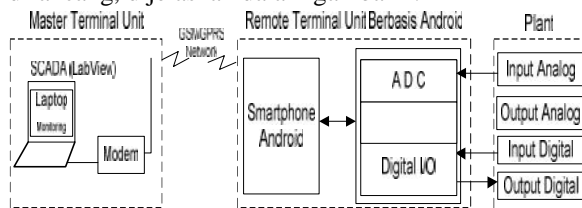
2. Remote Terminal Unit

RTU merupakan unit *slave* pada arsitektur SCADA berbasis mikroprosesor dan bertugas untuk mengambil data dari peralatan yang terpasang di sebuah *plant*, kemudian biasanya secara tradisional mengirimkan data tersebut ke *Master Station* yang berjarak jauh melalui komunikasi yang digunakan. Memungkinkan juga berkomunikasi secara *per to peer* dengan RTU lainnya, dan juga bisa bertindak sebagai stasion relay ke RTU lainnya yang tidak dapat diakses dari *Master Station*. Kapasitas RTU yang terkecil memiliki kurang dari 10-20 sinyal analog dan digital, yang medium memiliki 100 sinyal digital dan 30-40 masukan analog. Untuk kapasitas besar memiliki masukan/keluaran diatas medium. [9].

Hardware RTU itu meliputi CPU, memori, masukan analog/digital, keluaran analog/digital, counter, interface keluaran digital, power supply, rak RTU, dll.

3. RTU BERBASIS ANDROID

Berikut diagram blok dari sistem yang akan dirancang, dijelaskan dalam gambar 1.



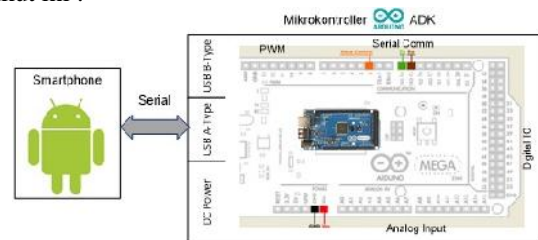
Gbr.1 Diagram Blok RTU dalam SCADA

Secara keseluruhan sistem yang dirancang seperti pada umumnya sistem SCADA dibangun. Terdapat *plant* atau aplikasi yang dikendalikan dan dimonitoring, RTU yang dirancang *low cost* karena memanfaatkan *smartphone* berbasis *android* untuk akuisisi data dan kendali, serta mikrokontroler [10] *arduino* yang di dalamnya terdapat fungsi ADC yang akan digunakan dalam penelitian ini. Untuk komunikasi diantaranya menggunakan *bluetooth*. Terdapat pula *Master Station*

yang tertanam dalam PC dengan perangkat lunak *LabView* dan *Web*, dan menggunakan jaringan GPRS/GSM[11] untuk menghubungkannya.

Arsitektur hardware sistem SCADA yang dirancang terdiri atas *Master Station* yang bertugas menerima data dari *plant* yang dikirimkan RTU, kemudian menyimpannya dalam *database* pusat, kemudian mampu juga mengirimkan data atau memberikan instruksi ke *plant* lewat RTU yang dirancang. Dengan bantuan jaringan GPRS yang disediakan modem yang terhubung dengan PC, maka *Master Station* akan mudah melakukan tugas tersebut. Lalu dalam arsitektur perangkat lunak yang memanfaatkan *labview* dan *web*, akan menyediakan tampilan SCADA dalam PC untuk memantau dan mengendalikan *plant* dari jarak jauh. Visual yang ditampilkan dalam PC menggambarkan atau mewakili proses kerja dari *plant* yang dikendalikan dan atau yang dipantau.

Fungsi utama dari RTU itu sendiri adalah sebagai *slave* dan letaknya jauh dari *Master Station*, tetapi masih mampu berkomunikasi satu sama lain, kemudian diletakkan berdekatan dengan *plant* yang akan dikendalikan, yang berfungsi mengambil data dan mengendalikan *plant* tersebut. Struktur design RTU yang dirancang dijelaskan dalam gambar 2 berikut ini :



Gbr.2 RTU berbasis Android

Banyaknya persyaratan dalam memenuhi fungsi sebuah RTU, maka itu dilakukan secara bertahap untuk dapat memenuhi persyaratan tersebut[12], dan untuk penelitian kali ini hanya difokuskan dalam menguji kemampuan pin masukan analog pada mikrokontroler *arduino* untuk menerima sinyal analog dari *plant* yang terpasang, yang kemudian akan diproses menjadi data digital, atau dikenal dengan istilah *Analog To Digital Converter* (ADC), lalu dikirimkan oleh *smartphone* menuju *Master Station*.

Dalam penelitian ini akan mendesain sebuah RTU menggunakan mikrokontroler *arduino* Mega ADK, yang memiliki spesifikasi *processor* Atmega2560, *clock speed* 16MHz, dan 10 bit ADC. Untuk masukan/keluaran terdiri atas digital 54 pin (15 PWM) dan 16 pin untuk masukan analog [13].

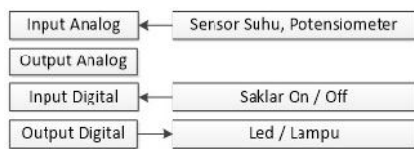
Dengan memanfaatkan pin masukan analog, mikrokontroler *arduino* akan menerima sinyal analog berupa potensiometer atau sensor suhu LM35 yang terpasang di *plant*, kemudian sinyal analog tersebut akan diubah ke dalam sinyal digital. Konsep ini dinamakan ADC, dan membutuhkan proses konversi sinyal analog yang bersifat kontinyu ke dalam bit-bit biner diskrit. Kemudian memiliki karakteristik yang berbeda sehingga sinyal analog tersebut akan dipecah

ke dalam beberapa rentang diskrit, yang dinamakan *resolusi*. Semakin tinggi *resolusi* maka rentang diskrit semakin kecil, sehingga karakteristik sinyal keluaran akan semakin kontinyu, dan mendekati bentuk sinyal masukan[14].

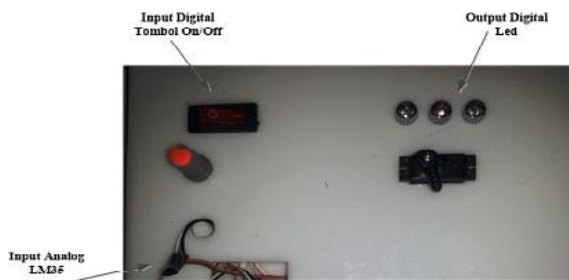
Selain menggunakan fungsi ADC dalam mikrokontroler *arduino Mega ADK*, dalam penelitian ini juga menggunakan *smartphone* berbasis *android* untuk kendali dan akusisi data. *Smartphone* yang digunakan memiliki spesifikasi *operating system android froyo* atau versi 2.2 ke atas, jaringan GPRS dan GSM, port USB, *Bluetooth* dan tentunya layar touchscreen.

4. PLANT YANG DIUJI

Plant ini dibuat sebagai simulasi, dan untuk menguji kinerja dari sistem yang dirancang. Meliputi masukan analog dan digital, serta keluaran analog dan digital.



Gambar.3. Blok Diagram *Plant*

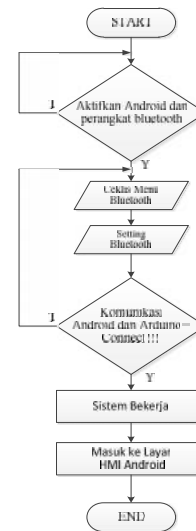


Gambar.4. *Plant* sebagai alat pengujian

Untuk data masukan analog memanfaatkan sensor suhu LM35, Sedangkan untuk data digital memanfaatkan tombol on/off dan 3 buah led dengan warna yang berbeda.

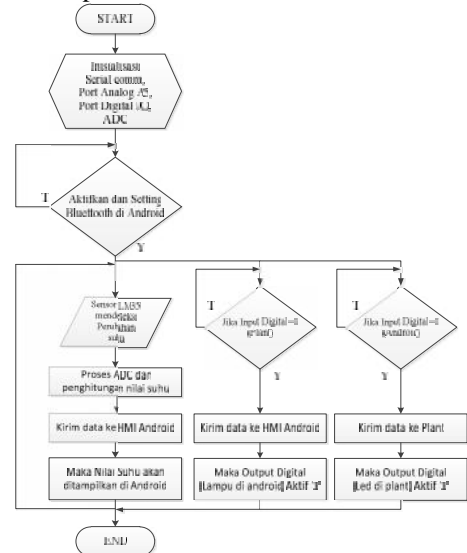
5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat menghubungkan 2 perangkat di dalam RTU maka perlu dilakukan setting komunikasi yang telah disediakan dalam menu HMI android. Untuk menghubungkan kedua komponen diatas cukup setting di menu *Bluetooth*, sedangkan *plant* sudah terhubung secara wiring dengan terminal mikrokontroler. Komunikasi di dalam RTU dijelaskan dalam gambar.5. Pastikan sumber diberikan kepada RTU, komunikasi bluetooth di sisi *android* perlu disetting secara manual, sedangkan pada sisi *arduino* perangkat Bluetooth akan aktif saat diberi sumber.



Gambar.5. Setting *Bluetooth* di *Android*

Saat sudah terhubung antara *android* dengan *arduino*, maka secara otomatis *plant* bisa dieksekusi oleh *android* sebagai alat kendali. Jika sensor suhu LM35 menerima pengaruh suhu dari sekitarnya, maka ia merespon dan menghasilkan tegangan keluaran yang akan dikirim ke masukan analog di sisi mikrokontroler. Kemudian sensor *value* tersebut akan diproses dan konversi ke data digital, kemudian akan dirubah kembali menjadi satuan derajat *celcius* dan dikirimkan datanya untuk ditampilkan di HMI *android*.



Gambar.6. Prinsip Kerja *Plant* dan RTU

Sedangkan jika ada perubahan data masukan digital misalkan dari nilai '0' menjadi '1', baik itu dari arah *plant* ataupun *android*, maka mikrokontroler akan mengeksekusinya sesuai data tersebut dan merubah data keluaran digital, dan mengirimkan ke *android* atau *plant*.

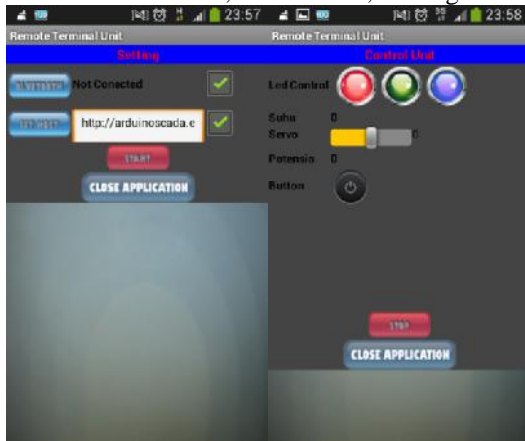
Sesuai dengan rancangan, maka perangkat dibangun atas beberapa komponen utama seperti *plant* sebagai alat simulasi pengujian, RTU yang terdiri atas *android* dan *arduino*, serta *Master Station* yang terdiri atas

modem dan sistem SCADA atau *monitoring* dalam sebuah *personal computer*. Berikut hasilnya dalam gambar berikut ini :



Gambar.7 Sistem Yang Dirancang

RTU adalah inti dari penelitian yang memanfaatkan *smartphone android* dan pemanfaatan ADC dalam mikrokontroler *arduino* yang berbiaya murah dan terjangkau untuk industri menengah ke bawah. Dikarenakan membangun sebuah remote terminal itu banyak persyaratannya, maka untuk pegujian dalam penelitian ini kita akan memanfaatkan fungsi ADC dalam *arduino* itu sendiri, data kontrol, dan digital.



Gambar.8 Menu Setting dan HMI Android

Salah satu untuk menguji kinerja RTU adalah menguji data masukan digital. Sebuah tombol *on/off* di *plant* bisa dioperasikan oleh operator, dan secara *wiring* dihubungkan langsung dengan terminal masukan di mikrokontroler, kemudian saat mikrokontroler ini menerima data digital saat tombol *on/off* ditekan atau tidak ditekan, maka data tersebut akan *discanning* dalam program mikrokontroler dan menghasilkan kondisi sesuai data digital yang diterima mikrokontroler.

Tabel.1 Hasil Pengukuran Data Digital 1

Plant		HMI Android	
Masukan Digital	Kondisi	Keluaran Digital	Kondisi
	Tombol Off		Tidak Menyala

	Tombol On		Menyala
--	-----------	--	---------

Dari hasil tabel.1. RTU berfungsi dengan baik karena saat tombol ditekan menjadi ON di *plant*, maka keluaran lampu menyala di HMI *Android*, lalu kemudian tombol ditekan menjadi OFF, maka keluaran lampu menjadi padam.

Tabel.2 Hasil Pengukuran Data Digital 2

HMI Android		Plant	
Masukan Digital	Kondisi	Keluaran Digital	Kondisi
	All PB = 0		All Led = 0
	Red = 1		Red= 1
	Green = 1		Green = 1
	Blue= 1		Blue= 1
	Red dan Blue = 1		Red dan Blue = 1

Dalam tabel.2. menunjukkan hasil pengujian dari masukan data yang dikendalikan dari layar *touchscreen* HMI *Android*, kemudian data dikirimkan ke mikrokontroler dan keluarannya dihubungkan ke *plant*. Saat salah satu tombol di layar *touchscreen* disentuh atau diberi sinyal "1", maka keluaran di *plant* yakni led menjadi menyala ("1"). Kemudian saat tombol tersebut disentuh kembali atau diberi sinyal "0", maka led di *plant* akan menjadi "0". Dengan hasil pengujian pada tabel.1. dan tabel.2. mampu menunjukkan fungsi dari RTU dengan baik untuk data digital.

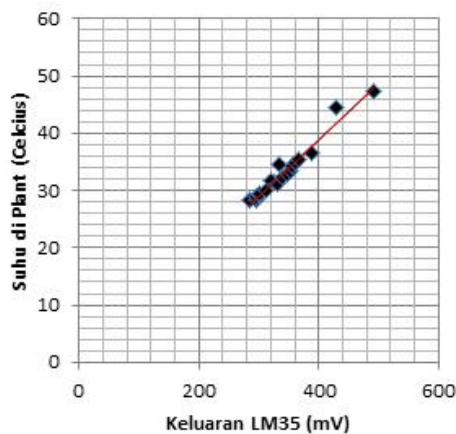
Dalam *plant* disediakan sebuah *thermometer* digital untuk mengukur suhu yang dideteksi oleh sensor suhu LM35. Dengan naik turunnya suhu di sekitar *plant* yang dikendalikan, maka sensor LM35 akan mengeluarkan tegangan keluaran yang dihubungkan langsung dengan pin masukan analog mikrokontroler kemudian memprosesnya.

Tabel. 3 Hasil Pengujian Data Masukan Analog

Data	Plant	LM35	RTU
	Suhu(°C)	Vout (mV)	Suhu(°C)
1	28.3	284	29
2	28.3	285	28.4
3	28.4	296	30
4	28.8	297	28.9

5	29.1	302	30
6	29.5	302	29.1
7	30.1	313	30
8	31.3	325	31
9	31.8	320	32
10	31.1	331	34.3
11	32.3	340	32
12	32.8	347	33
13	33.3	352	33
14	34.2	356	33.8
15	34.6	335	34
16	34.8	362	36
17	35.4	367	37
18	36.6	389	37.4
19	44.6	430	44
20	45.4	491	46

Dari tabel.3kita bisa mendapatkan grafik hubungan antara keluaran LM35 dengan suhu yang terbaca di plant.



Gambar.9 Hubungan Keluaran LM35 dengan Suhu yang terbaca di plant

Gambar.9 memperlihatkan 20 titik data yang didapat dari hasil pengukuran RTU, secara visual terlihat hubungannya bersifat linier, dan untuk mengukur hubungan antara dua variabel tersebut digunakan *regresi linier*.Garis lurus yang didapat dapat dinyatakan dalam persamaan(1) :

$$Y = a_0 + a_1x + E \dots\dots\dots(1)$$

Dimana a_0 dan a_1 adalah koefisien-koefisien yang masing-masing menyatakan perpotongan, sedangkan E adalah kemiringan.

Koefisien a_0 dan a_1 didapat dari persamaan(2) dan (3) :

$$a_1 = \frac{n \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2} \dots\dots\dots(2)$$

$$a_0 = \dots\dots\dots - a_1 \dots\dots\dots(3)$$

dimana dan adalah rata-rata y dan x

dengan menggunakan persamaan (2) dan (3), maka didapatkan :

$$a_1 = \frac{20(230953,400) - 6}{20(2377578)} = 0,098318$$

$$a_0 = 341,200 - 0,098318(33,135) = 0,41140$$

menghasilkan persamaan :

$$y = 0,41140 + 0,098318x \dots\dots\dots(4)$$

lalu kita periksa taksiran kesalahan untuk persamaan (4) dengan standar total deviasi (s_y) :

$$S_y = \dots\dots\dots(5) \text{ dimana } St = (y_i -)^2$$

Dan kesalahan taksiran standar :

$$= \dots\dots\dots(6) \text{ dimana } Sr = (y_i - a_0 - a_1x_i)^2$$

Lalu koefisien determinasi :

$$r^2 = \dots\dots\dots(7)$$

maka dengan menggunakan persamaan (5), (6), dan (7) didapatkan :

$$S_y = \dots\dots\dots = 4,87301498$$

$$= \dots\dots\dots = 1,0286655$$

$$r^2 = \frac{494,9255 - 19,04637}{494,9255} = 0,9615 \quad 96\%$$

$$r = \sqrt{0,9615} = 0,98$$

Nilai r^2 yang baik dan ideal adalah 1 [16], dengan data $r^2=0,9615$ hanya memiliki *error* sekitar 0,03%, dan mendekati nilai 1. *Error* yang terjadi pada sensor dikarenakan juga dari karakteristik dari sensor suhu yaitu toleransi *error* sebesar $0,5-1^{\circ}\text{C}$ dan *selfheating* sebesar 0,08%[15].

Selanjutnya kita akan menguji dari kebenaran persamaan (4) dengan memasukkan nilai x sebagai keluaran sensor suhu, dan kita akan mendapatkan Y sebagai suhu yang seharusnya terbaca. Kemudian kita akan bandingkan dengan nilai suhu berdasarkan datasheet LM35 dan suhu yang terbaca di RTU.

Berikut penjelasan dari tabel 4, inisial M untuk suhu yang seharusnya terbaca berdasarkan datasheet LM35,

yakni memiliki akurasi kenaikan linier suhu $1^{\circ}\text{C}/10\text{mV}$, sehingga jika nilai keluaran sensor sebesar 284mV maka nilai suhu sebesar yang terbaca $28,4^{\circ}\text{C}$. kemudian hasilnya kita bandingkan dengan suhu hasil perhitungan regresi, dan rata – rata errornya sebesar $0,004721$, dan mendekati nilai 0 . Lalu kita bandingkan pula data tersebut dengan suhu yang terbaca di RTU, dan menghasilkan suhu yang mendekati suhu yang sebenarnya, dan rata – rata errornya sebesar $0,013957$ yang mendekati nilai 0 .

Tabel. 4 Data Analisa

Hasil Regresi		Data Sheet		RTU	
Output Suhu (mV)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Error(%)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Error(%)
X	Y	M	Er1	N	Er2
284	28.3	28.4	0.002514	29.0	0.0237004
285	28.4	28.5	0.002564	28.4	-0.0009462
296	29.5	29.6	0.003101	30.0	0.0166665
297	29.6	29.7	0.003148	28.9	-0.023863
302	30.1	30.2	0.003377	30.0	-0.003256
302	30.1	30.2	0.003377	29.1	-0.033158
313	31.2	31.3	0.003856	30.0	-0.037823
325	32.4	32.5	0.004341	31.0	-0.041994
320	31.9	32	0.004143	32.0	0.004160
331	32.9	33.1	0.004571	34.3	0.041012
340	33.8	34	0.004900	32.0	-0.054189
347	34.5	34.7	0.005144	33.0	-0.044073
352	35.0	35.2	0.005312	33.0	-0.057492
356	35.4	35.6	0.005443	33.8	-0.045364
335	33.3	33.5	0.004719	34.0	0.019737
362	36.0	36.2	0.005635	36.0	0.000111
367	36.5	36.7	0.005790	37.0	0.014045
389	38.7	38.9	0.006424	37.4	-0.032344
430	42.7	43	0.007432	44.0	0.030918
491	48.7	49.1	0.008621	46.0	-0.054989
Rata - rata Error			0.004721		-0.013957

6. KESIMPULAN

RTU berbasis *smartphone android* dapat bekerja dengan baik sesuai persyaratan minimum yang telah ditetapkan, yakni dalam memantau 3 jenis data meliputi, data digital, masukan analog, dan data

kontrol. Data yang dipantau di *plant* sudah sesuai dengan data yang ditampilkan di RTU.

7. SARAN

- Perlunya kajian mendalam mengenai fitur – fitur yang mendasari penentuan sebuah RTU seperti *alarm, auto dialing, battery back up, data logging, monitoring*, kapasitas memori, *redundant*, dan *real time clock*.
- Pengujian terhadap data yang dikirimkan ke *master station* perlu dilakukan.
- Pengembangan aplikasi atau *plant* diperbesar kapasitasnya untuk menguji kemampuan RTU itu sendiri.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada Dr.Eng. Suharyanto, S.T., M.Eng. dan Dr.Eng. Adha Imam Cahyadi, S.T., M.Eng. sebagai Pembimbing di Kampus UGM Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- [1] Handy Wicaksono, “SCADA Software dengan Wonderware Intouch”. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2012.
- [2] David Bailey dan Edwin Wright, “Practical SCADA for Industry”, Newnes, An imprint of Elsevier, 2003.
- [3] Engin Ozdmir and Mevlut Karacor, “ Mobile phone based SCADA for Industrial Automation,” ISA Transactions, vol 45, Number 1, Januari 2006.
- [4] W.N.S.E. Wan Jusoh, MA Mat Hanafiah, M.R. Ab.Ghani, and S.H. Raman, “Remote Terminal Unit (RTU) Hardware Design and Implementation Efficient in Different Application,” IEEE 7th International Power Engineering and Optimization Conference, June 2013
- [5] Mohamed Azman Shah Bin Mohd shahul Hameed, “ SCADA System with auto fault detection using microcontroller,” Kulliyah of Enginnering International Islamic University Malaysia, May 2006.
- [6] Mr Neeraj Khara and Sumit Balgavhar, “Design of microcontroller based wireless SCADA system for rela time data,” UACEE International Journal of Advances in Electronics Engineering Volume 2 : Issue 1 ISSN 2278 – 215X (Online).
- [7] Raul Ionel, Gabriel Vasu, and Septimiu Mischic ,”GPRS based data acquisition and analysis system with mobile phone control,” Elseiver, 2012.
- [8] Basid Hamed, “Implementation of Fully Automated Electricity for large building using SCADA Tool like Lab VIEW, ” Current Trend in Technology and Sciences, 2012.
- [9] James M DiNamo dan Dominic de Changy, “Selecting the Right RTU and SCADA System,” Whitmor / Technotrade, Sept 2005.
- [10] Mayur Avhad, Vinit Divekar, Harshad Golatkar dan Sanket Joshi, “Microcontroller based Automation system using Industry standard SCADA,” Annual IEEE India Conference (INDICON), 2013
- [11] H. J. Zhou and C. X. Guo, J. Qin , “Efficient Application of GPRS and CDMA networks in SCADA System,” IEEE, 2010.
- [12] www.guvnl.com
- [13] Situs : www.arduino.or.id

- [14] Arief Hendra Saptadi, Risa Farrid C, dan Jaenal Arifin, "Perbandingan Waktu Konversi antara ADC 8 bit dan 10 bit dalam Mikropengendali ATMEGA8535," Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2013, Yogyakarta, 2013
- [15] Datasheet LM35
- [16] Steven C Chapra dan Raymond P Canale, "Metode Numerik Untuk Teknik," Penerbit Universitas Indonesia, 2007.