

Remote Terminal Unit (RTU) SCADA pada Kubikel Tegangan Menengah 20kV

Ana Nuril^{1*}, Novta Dany`el², Yordano Dwi³

^{1,2,3}Politeknik Unisma Malang, Malang

*Penulis Korespondensi, email: ananuril@polisma.ac.id

Received:06/10/2021

Revised:16/11/2021

Accepted:18/11/2021

Abstract. Medium Voltage is an electrical voltage with a capacity of 3kV to 36kV, the term in PLN for Medium Voltage is TM (Medium Voltage). Medium Voltage Cubicles are electrical devices installed at Substations and Distribution Substations or Substations that function as dividers, breakers, connectors, controllers and safety of the medium voltage power distribution system. 20kV Medium Voltage Cubicles at Distribution Substations require a control and information system to control equipment and monitor conditions at Distribution Substations. Along with the rapid development of technology in this modern era, the control and monitoring of 20kV Medium Voltage Cubicles at Distribution Substations can be carried out remotely using a Remote Terminal Unit (RTU) making it easier for operators to monitor and control the entire Medium Voltage network without having to look directly at the field. . This Remote Terminal Unit (RTU) is a component of Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) equipment designed to monitor substation activities in an electric power system. The existence of SCADA makes controlling and monitoring easy to do, just through the control room an operator can easily monitor equipment located at a remote plant.

Keywords: Distribution substation, Intermediate Connection Cubicles, RTU, SCADA

Abstrak. Medium Voltage adalah sebuah tegangan listrik yang berkapasitas 3kV sampai 36kV, istilah dalam PLN untuk Medium Voltage ialah TM (Tegangan Menengah). Kubikel Tegangan Menengah yaitu perangkat alat listrik yang dipasang pada Gardu Induk dan Gardu Distribusi atau Gardu Hubungan yang berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung, pengontrol dan pengaman sistem peyaluran tenaga listrik tegangan menengah. Kubikel Tegangan Menengah 20kV pada Gardu Distribusi membutuhkan suatu sistem kendali dan informasi untuk mengendalikan peralatan dan memantau keadaan pada Gardu Distribusi. Seiring dengan perkembangan teknologi di era modern ini semakin pesat, pengendalian dan pemantauan Kubikel Tegangan Menengah 20kV pada Gardu Distribusi dapat dilakukan secara jarak jauh menggunakan Remote Terminal Unit (RTU) sehingga memudahkan operator untuk memantau dan mengendalikan keseluruhan jaringan Tegangan Menengah tanpa harus melihat secara langsung kelapangan. Remote Terminal Unit (RTU) ini merupakan salah satu komponen peralatan Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) yang dirancang untuk memantau aktivitas gardu pada suatu sistem tenaga listrik. Adanya SCADA membuat pengontrolan dan monitoring mudah dilakukan, cukup melalui control room seorang operator dapat dengan mudah memantau peralatan yang berada pada plant jauh.

Kata Kunci: Gardu distribusi, Kubikel Tegangan Menengah, RTU, SCADA

I. PENDAHULUAN

Gardu Distribusi adalah suatu sistem distribusi yang berfungsi menghubungkan jaringan ke konsumen atau untuk mendistribusikan tenaga listrik pada konsumen atau pelanggan, baik itu pelanggan tegangan menengah maupun pelanggan tegangan rendah. 20kV Medium Voltage Cubicle merupakan alat penghubung, pembagi, pemutus dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik tegangan 20kV. Didalam gardu distribusi terdapat kubikel *in-coming*, *out-going*, kopel dan Trafo.

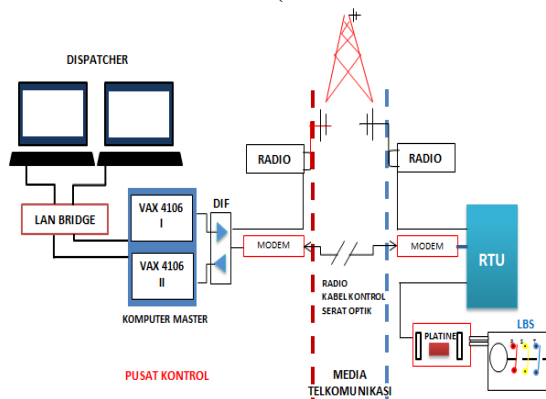
Panel *in-coming* merupakan induk dari *out-going*. Panel kopel berfungsi untuk menghubungkan dua sumber atau trafo yang berbeda. Panel *out-going* berfungsi menghubungkan dan memutus sumber ke gardu distribusi/pelanggan.

Medium Voltage (MV) Cubicle 20 kV pada gardu distribusi membutuhkan suatu sistem kendali dan informasi untuk mengendalikan peralatan dan memantau keadaan pada gardu distribusi. Sistem tersebut ialah Supervisory Control And Data

Acquisition (SCADA). *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) merupakan sistem pada tenaga listrik yang berfungsi mengawasi, mengendalikan dan mengakuisisi data listrik secara real time. Sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) skala penuh mampu memantau dan sekaligus mengontrol proses yang jauh lebih besar dan kompleks.

A. SCADA

SCADA adalah *Supervisory Control And Data Acquisition* adalah suatu sistem pengendalian alat secara jarak jauh, dengan kemampuan memantau data-data dan mengontrol secara *real-time*. Suatu sistem SCADA terdiri dari sejumlah RTU (*Remote Terminal Unit*), sebuah *Master Station*. Dalam komunikasi antara *Master Station* dengan setiap RTU (*Remote Terminal Unit*) dilakukan melalui media yang bisa berupa *fiber optic*, *SIM Card Provider*, atau melalui radio. Sistem SCADA tidak dapat berdiri sendiri, harus didukung oleh beberapa komponen, ada tiga bagian komponen penting dari sistem SCADA, yaitu Pusat kontrol, media telekomunikasi dan RTU (*Remote Terminal Unit*).



Gambar 1. Bagian Komponen SCADA
Sumber: Heru, Noverly (2016)

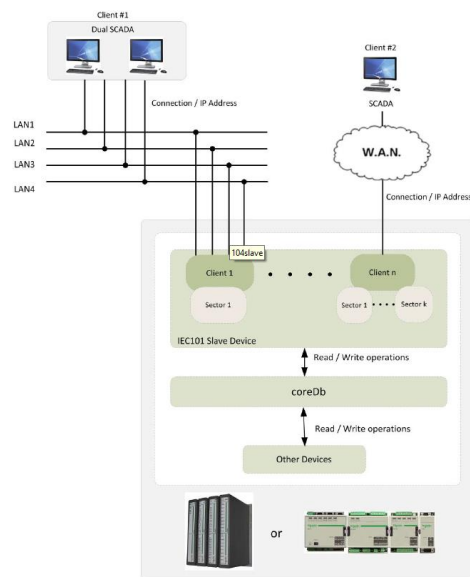
B. HMI

Human Machine Interface (HMI) merupakan suatu sistem yang menghubungkan antara manusia dengan teknologi mesin. Pada umumnya HMI berupa *computer* dengan *display* di Monitor CRT atau LCD dimana kita bisa melihat keseluruhan sistem dari layar tersebut. Tujuan dari HMI ialah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan layar komputer serta

memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem yang berlangsung.

C. Protocol IEC 104

Protocol IEC 104 adalah protokol telekontrol dengan level aplikasi yang sama dengan protokol IEC 101. Protokol ini menggunakan jaringan *Transmission Control Control* atau *Internet Protocol* untuk komunikasi. IEC 104 memiliki fungsi mengontrol dan dikontrol, biasanya disebut dengan *Master* dan budak atau biasa disebut dengan *Slave*. IEC 104 sebagai *Slave* yaitu protokol yang berfungsi sebagai budak atau memberi data yang diinginkan oleh IEC 104 *Master*.



Gambar 2. Protocol IEC 104 Slave
Sumber: IEC104 Devices (Master & Slave) User Manual (2019)

D. Software Clear SCADA

Clear SCADA adalah *software* terbuka, fleksibel dan dapat diskalakan untuk *software* telemetri dan *Remote Supervisory Control And Data Acquisition* yang dirancang untuk mengoptimalkan operasi dan pengelolaan infrastruktur yang tersebar secara geografis. Memanfaatkan fungsi antarmuka. *Clear SCADA* mengubah data lapangan yang berbeda menjadi informasi bisnis yang bertindak, membantu mengurangi resiko dan meningkatkan efisiensi operasional. *Clear SCADA* dapat mengkonfigurasi

berbagai fitur dari banyak fitur dari sistem yang jelas, termasuk *mimic*, poin database dan koneksi ke perangkat SCADA.

E. ASE2000 Communication Test Set

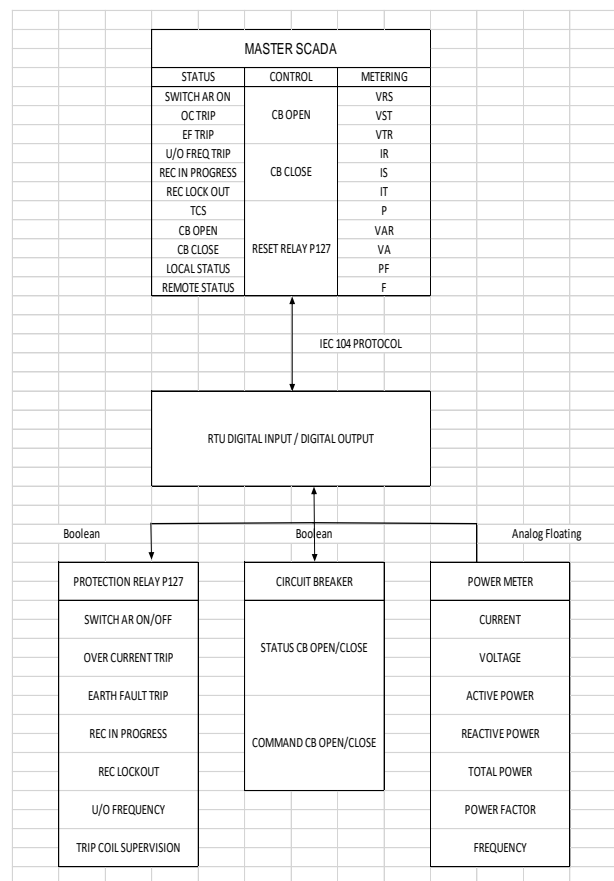
Applied Systems Engineering adalah pemimpin teknologi protokol grid dan produsen terkemuka Remote Terminal Unit (RTU) atau Intelligent Electronic Device (IED) peralatan uji kontrol untuk kontrol pengawasan dan akuisisi data (SCADA) industri. Fungsi lainnya termasuk penerjemah protokol komunikasi, prosesor front-end, annunciator alarm gardu, server terminal, modem, kode sumber. ASE telah mengembangkan rangkaian uji protokol gardu terkemuka untuk lebih dari 100 gardu dan industri protokol. Berbagai macam format tampilan informasi ASE2000 memberikan fleksibilitas yang dibutuhkan untuk menguji dan memecahkan masalah peralatan. ASE2000 menyajikan pesan komunikasi dalam format numerik dan interpretasi. Tampilan titik input datar menunjukkan nilai titik kedua bentuk mentah dan unit teknik. Selain pesannya yang mudah dibaca dan pandangan titik data, ASE2000 menyediakan fungsi lengkap yang berguna untuk awal dan pengguna tingkat lanjut.

F. Remote Terminal Unit (RTU)

RTU merupakan salah satu komponen peralatan SCADA (*Supervisory Kontrol And Data Acquisition*) yang dirancang untuk memonitor aktivitas gardu pada suatu sistem tenaga listrik, RTU tersebut akan melakukan pengolahan data yang kemudian dikirim ke MTU (*Master Terminal Unit*). RTU akan berkomunikasi dengan MTU untuk mendapatkan data yang dibutuhkan di gardu. Data yang diperoleh dari gardu biasanya berupa informasi dasar tentang sistem tenaga listrik seperti informasi status peralatan sistem listrik dan pengukuran besaran listrik atau meteran di gardu. MTU juga dapat memberikan perintah ke RTU untuk melakukan kendali pada panel MV 20 kV maupun meminta data pengukuran besaran tenaga listrik berdasarkan waktu yang diinginkan secara *real time*.

II. METODE YANG DIGUNAKAN

Pada penelitian ini menggunakan metode miniature prototype, yaitu perangkat mini yang didesain sama seperti perangkat sebenarnya yaitu kubikel dengan injeksi 20 kV yang disambungkan dengan sistem SCADA. Miniature prototype SCADA pada kubikel tegangan menengah 20 kV ini dikondisikan seperti kondisi 20 kV dengan pengukuran besaran listrik dan beban listrik (daya) yang bervariasi. Rancangan program SCADA dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Rancangan Program SCADA

Program sistem kontrol kubikel MV 20 kV melakukan instruksi pengoperasian *Circuit Breaker* (*Open* atau *Close*) secara *remote*. Instruksi yang di-input pada *software* ClearSCADA berupa - *tap* pada *Single Line Diagram* untuk *open/close Circuit Breaker*. Instruksi tersebut akan diterima oleh RTU yang kemudian akan mengaktifkan *coil Auxiliary Relay*. Apabila *Auxiliary Relay* sudah

bekerja maka lampu indikator *Circuit Breaker* akan menyala.

Kontrol *Reset Protection Relay* secara *Remote* juga melakukan *tap* pada gambar *Proteksi* pada HMI kemudian *tap Reset P127*. Instruksi tersebut akan diterima oleh RTU yang kemudian angkat mengaktifkan *Digital Output* pada RTU. Apabila *contact coil digital ouput* pada RTU tersebut sudah bekerja maka akan mereset *Relay Protection*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem kontrol kubikel MV 20kV dapat dilakukan dengan mengoperasikan *Circuit Breaker* (*Open* atau *Close*) secara *remote* menggunakan *software* ClearSCADA. Indikator keberhasilan pengoperasian *Circuit Breaker* bergantung pada RTU (Saitel DR HU_A). Keberhasilan pengujian sistem kontrol adalah RTU dapat menerima perintah dari *software* ClearSCADA kemudian mengaktifkan *auxiliary relay* untuk bekerja sehingga lampu indikator *Circuit Breaker* menyala.

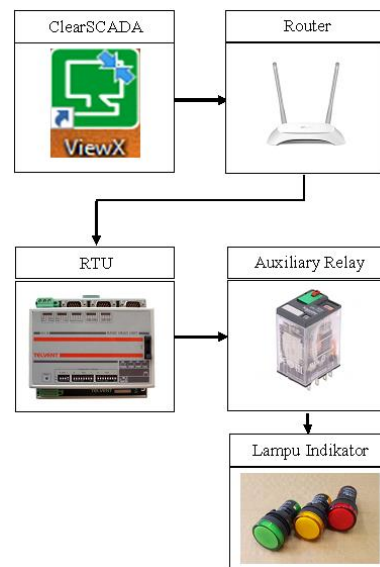
Pengujian sistem monitoring kubikel MV 20kV dapat dilakukan dengan pengukuran besaran listrik dan memvariasikan data beban listrik (*Daya*). Indikator keberhasilan pengukuran besaran listrik bergantung pada *Power Meter* (PM 5300). Keberhasilan pengujian sistem monitoring adalah *Power Meter* dapat mengukur dan menampilkan nilai besaran listrik.

A. Pengujian

1. Status dan Kontrol

Pengujian status dan control bertujuan untuk :

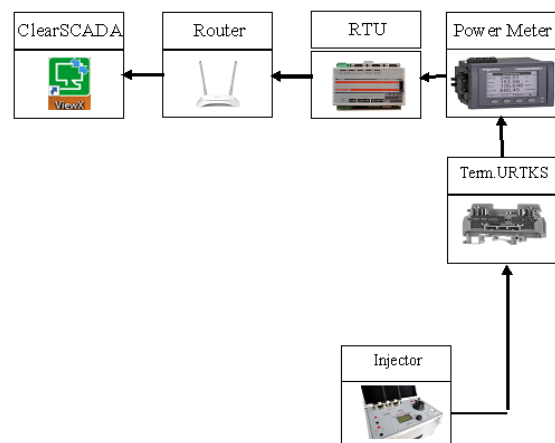
- Mengoperasikan *Circuit Breaker/CB* (*Open/Close*) secara manual atau *local*.
- Mengoperasikan *Circuit Breaker/CB* (*Open/Close*) secara remote menggunakan *software* ClearSCADA.
- Mengetahui *signal* atau *status* pada kubikel MV 20kV.
- Mengetahui nilai besaran listrik melalui tampilan pada PM 5300.
- Mengetahui perubahan nilai arus dan tegangan.



Gambar 4. Konfigurasi Pengujian Status dan Kontrol

2. Metering

Pengujian metering menggunakan *injector* sekunder 1 fasa yang bisa disetting berapa besaran arus yang akan diinject pada *Power Meter* dan *Proteksi*. Untuk menginject tegangan memakai MCB pada Kubikel 20kV tersebut.



Gambar 5. Konfigurasi Pengujian Metering

B. Hasil Pengujian

Kedua pengujian dilakukan di PT. Rekayasa Inovasi Global (RIG) Cibubur pada tanggal 12 Juli 2021. Ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk melaksanakan dua jenis pengujian tersebut sehingga akan menghasilkan data uji yang tepat.

1. Status dan Kontrol

Langkah pengujiaannya yaitu :

- a. Hubungkan kabel MCB pada kubikel ke sumber tegangan 220V.
- b. Pastikan MCB pada posisi *ON*.
- c. Mengubah *selector switch Local/Remote* ke posisi *Local* kemudian tekan *push button Circuit Breaker On* dan *Off* secara Bergantian., Catat hasil dari status CB.
- d. Mengubah *selector switch Local/Remote* keposisi *Remote* kemudian tekan *push button Circuit Breaker On* dan *Off secara bergantian*. Catat hasil dari status CB
- e. Pastikan *Selector Switch Local/Remote* pada posisi *Remote*, kemudian buka *software ClearSCADA*, lalu pada mimik *double click pada Single Line Diagram* untuk memerintah *Open* atau *Close*. Catat hasil dari status CB
- f. Hubungkan kabel pada *Injector* ke terminal XCTP di kubikel MV 20kV, kemudian inject sampai *Relay Proteksi Alarm* dan *Trip*.
- g. Pastikan *Selector Switch Local/Remote* pada posisi *Remote*, kemudian buka *software ClearSCADA*, lalu pada mimik *click* pada gambar *relay proteksi* kemudian *click menu bar STATUS CB* setelah itu *click RESET P127*.
- h. Catat hasilnya apakah kontrol untuk mereset *Relay Proteksi* tersebut dapat berfungsi atau tidak.

Hasil Pengujian Status dan Kontrol

Hasil pengujian status dan kontrol RTU SCADA ditunjukkan dalam **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Status dan Kontrol

NO	Nama Signal	Address Clear SCADA	Hasil	Keterangan
1.	Status Local	1000	✓	Terdeteksi
2.	Status Remote	1000	✓	Terdeteksi
3.	CB Open	1001	✓	Berhasil
4.	CB Close	1001	✓	Berhasil
5.	Switch Auto Reclose	1003	✓	Berhasil
6.	Overcurrent Trip	1004	✓	Berhasil
7.	Earth Fault Trip	1005	✓	Berhasil
8.	Frequency Trip	1006	✓	Berhasil
9.	Recloser	1007	✓	Berhasil
10	TCS	1009	✓	Berhasil

2. Metering

Langkah pengujiaannya yaitu :

- a. Hubungkan kabel power pada Kubikel MV 20kV ke sumber tegangan 220V.
- b. Hubungkan kabel power pada *Injector* ke sumber tegangan 220V.
- c. Wiring kabel pada injecter ke terminal XCTM, kemudian *Inject*.
- d. Catat perubahan nilai arus yang ditampilkan pada *Power Meter*.
- e. *Jumper* kabel dari MCB kubikel MV 20kV ke terminal XVTM.
- f. Catat perubahan nilai arus yang ditampilkan pada *Power Meter*.

Hasil Pengujian Metering

Hasil pengujian metering RTU SCADA ditunjukkan dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Metering

No	Inject Arus	Inject Tegangan	Pembacaan Metering										
			I _r	I _s	I _t	V _{rs}	V _{st}	V _{tr}	P	Q	S	PF	F
1.	I _{rn} = 3.92 A	V _{rn} = 223 V	392.19 A	0.00 A	0.00 A	117.01 V	0.00 V	116.88 V	89.4145 kW	2.12312 KVAR	89.4397 kVA	0.99972	50.00 Hz
2.	I _{sn} = 3.97 A	V _{sn} = 223 V	0.00 A	397.8 A	0.00 A	116.82 V	116.12 V	0.00 V	89.23 kW	4.77 KVAR	89.23 kVA	0.99984	49.97 Hz
3.	I _{tn} = 4.22 A	V _{tn} = 223 V	422.2 A	0.00 A	0.00 A	0.00 V	115.79 V	116.33 V	100.937 kW	1.85213 KVAR	100.953 kVA	0.9983	50.02 Hz
4.	I _{rs} = 4.39 A	V _{rs} = 223 V	439.1 A	439.1 A	0.00 A	226.51 V	108.99 V	118.03 V	99.1494 kW	1.44784 KVAR	99.2926 kVA	0.99857	50.00 Hz
5.	I _{st} = 4.41 A	V _{st} = 223 V	0.00 A	441.8 A	441.9 A	109.41 V	224.39 V	115.23 V	99.9371 kW	1.50123 KVAR	100.042 kVA	0.99894	49.99 Hz
6.	I _{tr} = 3.79 A	V _{tr} = 223 V	379.6 A	0.00 A	379.7 A	109.59 V	115.08 V	224.49 V	84.2553 kW	0.86448 KVAR	84.3695 kV	0.99881	49.97 Hz

C. Analisa Hasil Pengujian

1. Analisa Pengujian Status dan Kontrol

- Status *signal Local/Remote* dapat dipantau melalui *software* ClearSCADA.
- Status *Circuit Breaker Open/Close* juga dapat dipantau pada *software* ClearSCADA serta *Single Line Diagram* kubikel MV 20kV.
- Kontrol *Circuit Breaker* dapat dilakukan dengan cara menekan *push button* pada kubikel MV 20kV juga dengan cara *Remote* atau melalui *Human Machine Interface*.
- Jika posisi *Selector Switch Local/Remote* dalam keadaan *Local* maka *Circuit Breaker* maka *Circuit Breaker* tidak dapat dikontrol pada HMI, dan juga sebaliknya.
- Kontrol *Reset Protection Relay* dapat dikontrol jika ada gangguan pada kubikel MV tersebut, dengan cara *inject* arus pada *Protection Relay* kemudian *Trip*, dan juga *Reset Protection Relay* ini dapat dilakukan dengan cara *manual* reset pada *Protection Relay* tersebut.

2. Analisa Pengujian Metering

Berdasarkan hasil yang didapat bahwa nilai-nilai yang terdapat pada *Power Meter* sama persis dengan data pada ClearSCADA.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- Sistem Miniature SCADA MV 20kV yang dirancang dapat dianalisa secara *real time* dan dapat juga sebagai sistem pengawasan dan proses kendali suatu peralatan dilapangan

dengan peralatan utama yang diperoleh dari semua informasi yang terpantau dengan tegangan simulasi 220V.

- Penggunaan *Remote Terminal Unit* Saitel DR HU_A untuk mengontrol dan mengakuisisi data pada *Human Machine Interface* dengan baik.
- Penggunaan *Router* Wi-Fi TP Link WR 840 N memiliki kecepatan 300Mbps dan *Protection Relay* untuk memerintah RTU memutuskan *Circuit Breaker* pada saat terjadi gangguan.
- Penggunaan *Power Meter* sebagai alat pembacaan besaran energi listrik melalui inputan arus dan tegangan yang CT (*Current Transformer*) dan CVT (*Capacitive Voltage Transformer*) sehingga parameter-parameter dapat dikontrol dari jarak jauh.

B. Saran

- Sebaiknya untuk simulator MV *Circuit Breaker* adalah menggunakan panel MV CB yang sebenarnya sehingga kita dapat memahami sistem SCADA ini lebih nyata/*real*.
- Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut agar sistem pada *Master SCADA* dapat melakukan komunikasi dengan sistem web kepada personal yang dituju dengan aplikasi android.

Dengan pengetahuan dasar daripada sistem *software* aplikasi *Master SCADA* ini agar dapat dikembangkan lebih lanjut untuk penggunaan sistem kelistrikan yang lebih kompleks

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PT. Rekayasa Inovasi Global (RIG) dan Politeknik Unisma Malang (Polisma) yang telah memfasilitasi penelitian ini.

[10] Aribowo, D., .Otong, M., Radiyanto, 2014. *Remote Terminal Unit (RTU) SCADA Pada Jaringan Tegangan Menengah 30kV*. Setrum Vol.3, no.2, 6.

REFERENSI

- [1] Firda Dwi Sundari. 2017. Pemeliharaan MVMDP (Medium Voltage Main Distribution Panel) / Kubikel 20 kV.
- [2] Hariansyah M, Jaenal Awaluddin. 2013. Aplikasi Penggunaan Kubikel 20 kV Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Binary Cycle Dieng. 39-40.
- [3] PT.PLN (Persero). 2010. Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. Hlm.1.
- [4] Ridhwan, M. T., Nugraha, B., & Sc, M. (n.d.). 2014. Perancangan Sistem Kontrol Penyakelaran Kubikel Menggunakan RTU Intek UC-503G dan Software Intek Gateway Monitor Melalui Jaringan Wi-Fi, 1–10.
- [5] Rumalutur, Sonny. Analisis Keamanan Jaringan Wireless LAN (WLAN) Pada PT. PLN (Persero) Wilayah P2B Area Sorong Sonny Rumalutur. (2014). 19(100), 48–60.
- [6] Suswanto, Daman. 2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Padang. Jurusan Teknik Elektro Negeri Padang.
- [7] Juara Mangapul T, Achmad Wiro Munajich. 2018. Proses Perakitan dan Pengujian kubikel SM6 *Vacuum Circuit Breaker* 20kV di PT. GALLEON CAHAYA INVESTAMA. Hlm.46.
- [8] A. Tsagaris, D.G. Triantafyllidis. 2013. Data Monitoring System for Supervising the Performance Assessment of Photovoltaic Park. Journal Electric Departement of Automation, Technological Educational Institute of The Thessaloniki.
- [9] Heru S, Noverly Lysbetti. 2016. Analisa Penerapan Sistem SCADA Pada Pengendalian Jaringan Tegangan Menengah 20kV PT. PLN Area Payakumbuh. 1-2.