



JURNAL ELEKTROKRISNA

UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

Vol. 6 No. 1 Oktober 2017

ISSN : 2302-4712

**Perancangan Data Longger Turbin Angin Berbasis Mikrokontroller Atmega,
Oleh : Aas Wasri Hasanah**

**Analisa Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Gedung TI BRI
Ragunan, Oleh : Abdul Kodir Al Bahar**

**Analisa Kegagalan Sistem Grounding & Penangkal Petir Pada Apartemen
Pancoran Riverside, Oleh : Lukman Aditya**

**Studi Termoelektrik Generator Tipe TEG SP1848 27145 SA, oleh Vita
Nurdinawati**

**Analisa Pengaruh Gangguan Hubung Singkat Di Gardu Induk Terhadap
Subsistem Gandul, Oleh : Nurhabibah Naibaho**

**Analisa Motor Induksi Tiga Phasa Penggerak Wet Mixer Ready Mix Terhadap
Mutu Beton, Oleh : Syah Alam**

**Analisa Pengaruh Beban Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Transformator
Distribusi, Oleh : Triongko Priyono**

Analisa Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON, Oleh : Slamet Purwo

**Optimalisasi Sistem Jaringan Kontrol Gardu Terpusat Berbasis Point to Point
Dengan Multiplexing TDM, Oleh: Sri Hartanto**

**Analisa Deteksi Ketidaknormalan Meter Elektronik Dengan Sistem Automatic
Meter Reading, Oleh : Ujang Wiharja**

Penerbit
Universitas Krisnadwipayana
(Dikelola Oleh Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro)

SUSUNAN DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab

Ir. Ayub Muktiono, MSiP

(Dekan Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana)

Penasehat

Dr. Ir. Samuel Th Salean. MSi (P2M FT. UNKRIS)

Ir. Triongko Priyono, MT (Wadek III FT. UNKRIS)

Pemimpin Redaksi

Dr. Zefri, MSi

Tim Redaksi

Teten Dian Hakim, ST, MT

Slamet Purwo Santosa, ST. MT

Ujang Wiharja, ST, MT

Abdul Kodir Al Bahar, ST, MT

Penyunting Ahli

Sri Hartanto, ST. MT

Ir. Nurmiati Pasra, MT (Dosen STT-PLN)

Ir. Achmad Rofi,i. MT (Dosen Univ.17 Agustus Jkt)

Syah Alam, Spd, MT (Dosen USAKTI)

Kesekretariatan

Dwi Octaviana, S.Sos, MSi

ALAMAT PENERBIT

Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Jakarta 13077

Gedung G (Fakultas Teknik) Lantai 2 Ruang Seketariat Jurusan Teknik Elektro

Telepon :.021-84998529

E-Mail : elektrounkrisna@yahoo.com

DAFTAR ISI

Sampul Depan.....	i
Susunan Dewan Redaksi.....	ii
Alamat Penerbit.....	ii
Pengantar Redaksi.....	iii
Ketentuan Penulisan.....	iv
Daftar Isi.....	v
I. Perancangan Data Longger Turbin Angin Berbasis Mikrokontroler Atmega, Oleh : Aas Wasri Hasanah (Dosen STT-PLN JKT)	01- 08
II. Analisa Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Gedung TI BRI Ragunan, Oleh : Abdul Kodir Al Bahar	09 - 22
III. Analisa Kegagalan Sistem Grounding & Penangkal Petir Pada Apartemen Pancoran Riverside, Oleh : Lukman Aditya	23 - 32
IV. Studi Termoelektrik Generator Tipe TEG SP1848 27145 SA, oleh Vita Nurdinawati	33 - 41
V. Analisa Pengaruh Gangguan Hubung Singkat Di Gardu Induk Terhadap Subsystem Gandul, Oleh : Nurhabibah Naibaho	42 - 49
VI. Analisa Motor Induksi Tiga Phasa Penggerak Wet Mixer Ready Mix Terhadap Mutu Beton, Oleh : Syah Alam (Dosen FT. UTA45 JKT)	50 - 57
VII. Analisa Pengaruh Beban Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Transformator Distribusi, Oleh : Triongko Priyono	58 - 67
VIII. Analisa Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON, Oleh : Slamet Purwo ...	68 - 78
IX. Optimalisasi Sistem Jaringan Kontrol Gardu Terpusat Berbasis Point to Point Dengan Multiplexing TDM, Oleh: Sri Hartanto	79 - 88
X. Analisa Deteksi Ketidaknormalan Meter Elektronik Dengan Sistem Automatic Meter Reading, Oleh : Ujang Wiharja	89 - 96

OPTIMALISASI SISTEM JARINGAN KONTROL GARDU TERPUSAT BERBASIS *POINT TO POINT* DENGAN SISTEM *MULTIPLEXING TDM*

Sri Hartanto (srihartanto@unkris.ac.id)

Dosen FT. UNKRIS

Abstrak – *Link* komunikasi data SCADA pada gardu induk Jatirangon, Cibinong, Miniatur, Gandaria, Pondok kelapa dan Bekasi menggunakan *link* komunikasi berbasis *point to point*. Konfigurasi berbasis *point to point* mengurangi kehandalan *link* komunikasi antara master station dengan gardu induk. Maka dilakukan optimalisasi sistem jaringan kontrol gardu terpusat dengan sistem *multiplexing TDM*, hal ini bertujuan untuk mempersiapkan fungsi *redundant link* pada beberapa gardu induk dengan memanfaatkan sistem *multiplexing*. Dapat dilihat dari *log down* gangguan pada bulan Oktober 2016 dengan 1784 kali gangguan, dengan durasi gangguan 302 jam 37 menit 33 detik, dengan presentase kinerja *link* 93,20%. Dibandingkan dengan data *log down* pada bulan Februari 2017 dengan jumlah gangguan 34 kali gangguan, dengan durasi gangguan 1 jam 8 menit 29 detik, dengan presentase kinerja *link* 99,97%.

Abstract - SCADA data communication link on Jatirangon, Cibinong, Miniatur, Gandaria, Pondok kelapa and Bekasi substations using point to point communication links. Point to point based configuration reduces the reliability of the communication link between the master station and the substation. The centralized network of centralized substation control system with TDM multiplexing system is done to prepare redundant link function in some substations by utilizing multiplexing system. Can be seen from log down disruption in October 2016 with 1784 interrupt times, with a duration of 302 hours 37 minutes 33 seconds, with a percentage of link performance of 93.20%. Compared with data log down in February 2017 with the number of disturbances 34 interruptions, with the duration of interruption 1 hour 8 minutes 29 seconds, with the percentage of link performance 99.97%.

Keywords - *point to point configuration, SCADA, redundant link, log down, multiplexing TDM.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dengan berkembangnya sistim teknologi yang semakin pesat, kebutuhan daya listrik akan semakin meningkat. PT. PLN (Persero) sebagai pemasok listrik di Indonesia memiliki peran penting untuk menjamin pertumbuhan listrik yang lebih inovasi dan kontinyu di seluruh

wilayah Indonesia. Agar kebutuhan kelistrikan dapat terpenuhi maka kebutuhan listrik untuk daerah yang luas baik untuk daerah perkotaan, industri maupun daerah terpencil atau pedesaan yang melalui transmisi saluran udara terus dikembangkan. Sistem tenaga listrik disini dengan mengamati dan mengontrol setiap saat. Pengamatan dan pengontrolan

ini bisa secara hubungan suara (telepon) antara Pusat Pengatur Beban dengan petugas operator gardu induk atau pembangkit, maupun pengaturan secara otomatis dari jarak jauh berupa *telemetering*, telesinyal, telekomando dan lain-lainnya.

Kelistrikan sendiri tidak bisa dipisahkan dari peranan telekomunikasi yang dibutuhkan dari suatu sistem pengaturan tenaga listrik secara terpusat untuk menerima informasi dan menyalurkan perintah dari dan ke pusat pembangkit serta gardu induk.

1.2 Identifikasi Masalah

Pokok permasalahan yang perlu dikaji dari *link* komunikasi data pada GI Gandaria, Cibinong, Jatirangon, Miniatur, Pondok Kelapa dan Bekasi yaitu:

1. Kegagalan *Remote control* (RC), ketidakakuratan *Telemetering* (TM) dan *Tesingnaling* (TS).
2. Menentukan performansi terbaik untuk mengatasi permasalahan komunikasi data melalui optimalisasi sistem kontrol gardu terpusat dengan sistem *multiplexing*.

1.3 Perumusan Masalah

Bagaimana mengaplikasikan sistem jaringan gardu terpusat *eksisting point to point* dengan menggunakan sistem *multiplexing TDM*?

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan dari permasalahan yang dibahas dalam penyusunan tugas akhir ini adalah *routing* data SCADA, konversi topologi *point to point* ke topologi *loop* dengan sistem

multiplexing TDM, analisa performansi, penggunaan telnet dan NMS (Network Management System), pengaktifan *redundant link*, perbandingan *frame* data ok dan error, tidak membahas daya kelistrikan, studi dan pengambilan data dilakukan di PT PLN (Persero) APB DKI Jakarta dan Banten Subsistem Bekasi.

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan kinerja keberhasilan *remote control* (RC), keakuratan *telemetering* (TM), *telesignalling* (TS).
2. Meningkatkan performansi *link* komunikasi data SCADA dengan pengaktifan fungsi *redundant link*.
3. Optimalisasi sistem kontrol gardu terpusat dengan sistem *multiplexing* dapat juga digunakan untuk komunikasi VOIP (Voice over IP) dengan IP Phone dan integrasi sistem Teleproteksi.

2. Landasan Teori

2.1 Sistem Komunikasi pada PT PLN (Persero) secara umum

Peranan telekomunikasi tersebut sedemikian pentingnya, sehingga apabila jaringan telekomunikasi terganggu atau tidak dapat berfungsi sesuai yang diharapkan, maka hal ini akan mengakibatkan pula tidak befungsinya pusat pengatur beban dengan baik. Telekomunikasi pada PLN akan menjadi sangat penting, apabila jaringan yang terpadu sudah luas dan besar, dilihat baik dari beban (*watt*), maupun tegangan (*volt*), demikian pula

jumlah gardu induk dan panjangnya jaringan transmisi. Untuk dapat melaksanakan tugas tersebut dengan baik, maka haruslah ada sarana telekomunikasi pada gardu induk dan pembangkit. Sarana telekomunikasi ini diperlukan untuk menerima informasi dan menyalurkan perintah-perintah dari dan ke pusat pembangkit dan gardu induk. Perangkat telekomunikasi telah dipergunakan untuk membawa data-data informasi yang disebut *telemetering*, *telesignal* atau *teleinformation* dan bahkan merupakan sarana untuk telekontrol dan telekomando. Karena bertambah besar dan luasnya instalasi PLN, maka dari itu sudah sepatutnya PLN harus mengelola sarana telekomunikasi sendiri secara profesional.[6]

2.2 Fiber Optik

Fiber optik adalah suatu dielektrik *waveguide* yang beroperasi pada frekuensi optik atau cahaya. Fiber optik berbentuk silinder dan menyalurkan energi gelombang elektromagnetik dalam bentuk cahaya di dalam permukaannya dan mengarahkan cahaya pada sumbu axisnya. Hal-hal yang mempengaruhi transmisi dengan *waveguide* ditentukan oleh karakteristik bahannya, yang merupakan faktor penting dalam penyaluran suatu sinyal sepanjang fiber optik.[3]

2.3 Multiplexer

Multiplexer adalah suatu rangkaian yang mempunyai banyak input dan hanya mempunyai satu output. Dengan menggunakan *selector*, kita dapat memilih salah satu inputnya untuk dijadikan *output*.

Sehingga dapat dikatakan bahwa multiplexer ini mempunyai n input, m *selector* dan 1 output. Biasanya jumlah inputnya adalah 2^m *selectornya*.

Biasanya beberapa paket yang setuju digabungkan jadi satu paket besar dan dikirim bersamaan. Proses penggabungan paket tersebut disebut *Multiplexing* dan alat penggabungannya disebut *multiplexer*. Pada sisi terima terjadi *demultiplexing*. Dengan *multiplexing* ini, maka penghematan dalam bentuk perangkat dan saluran terjadi.[5]

2.4 Digital Cross Connect

Digital Cross Connect (DXC) adalah *device* yang digunakan untuk fungsi *cross connect* dalam level 64 KBps, yaitu 1 kanal *time slot* pada PCM 2 MBps (1 E1). Sehingga dengan DXC, kita bisa *mapping time slot* dari beberapa *source* sesuai dengan yang kita inginkan.

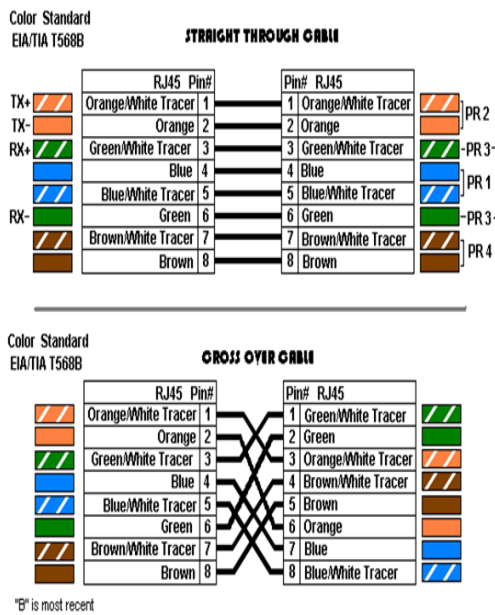
Pada Fiber Optik, DXC digunakan untuk menggabungkan *time slot-time slot* yang digunakan sebagai kanal data dari beberapa, sehingga alokasi kanal GB *Link* dari OPGW ke Gardu Induk akan lebih optimal dengan adanya DXC ini pada gambar konfigurasi jaringan fiber optik pada *link* gardu induk.[7]

2.5 Supervisory Control And Data Acquisition

Merupakan singkatan dari *Supervisory Control And Data Acquisition*. Sistem SCADA sendiri berarti pengawasan atau pemantauan kontrol terhadap pengiriman dan penerimaan data pada suatu sistem tenaga listrik baik pada sisi pembangkit, transmisi maupun distribusi. Dimana adanya sistem

SCADA memudahkan operator untuk memantau keseluruhan jaringan tanpa harus melihat langsung kelapangan. Manfaat dari sistem SCADA sangat dirasakan manfaatnya terutama pada saat pemeliharaan dan penormalan bila terjadi gangguan. Secara umum SCADA yaitu suatu sistem yang dapat mendeteksi secara cepat dari suatu pusat kontrol apabila disuatu tempat terjadi gangguan yang berakibat pemadaman secara otomatis dengan berfungsi sebagai *remote control (RC)*. [7]

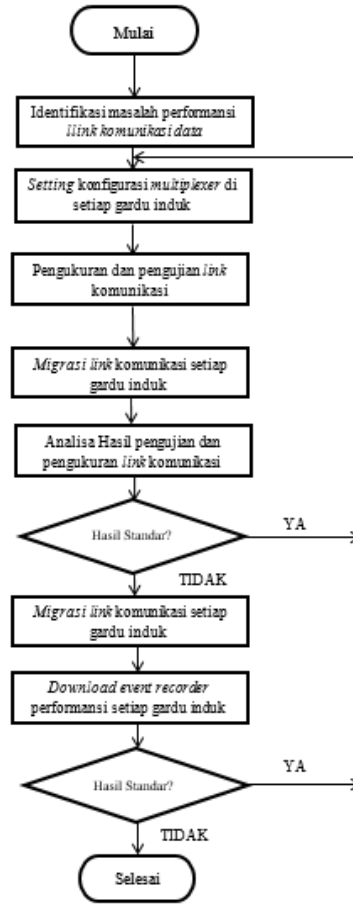
2.6 Pengkabelan *straight – trough* dan *crossover*



3. Metode Penelitian

3.1 Langkah-langkah penelitian

flow chart langkah-langkah penelitian dalam proses optimalisasi sistem kontrol gardu terpusat berbasis *point to point* dengan sistem *multiplexing* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Pada gambar *flow chart* diatas menjelaskan tentang langkah-langkah metode penelitian yang dilakukan dalam proses optimalisasi sistem kontrol gardu terpusat berbasis *point to point* dengan sistem *multiplexing* dengan uraian sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah performansi link komunikasi data
 Identifikasi dilakukan dengan melihat kondisi *eksisting* link komunikasi di subsistem Bekasi dengan melakukan *download event* pada setiap gardu induk untuk mengetahui performansi tiap-tiap gardu induk pada subsistem tersebut.
2. *Setting* konfigurasi *multiplexer* di setiap gardu induk
 Setelah dilakukan identifikasi masalah selanjutnya dilakukan proses *setting*

konfigurasi *multiplexer* di setiap gardu induk. Hal ini dilakukan agar setiap *multiplexer* yang baru terpasang di gardu induk subsistem Bekasi dapat berkomunikasi dengan *master station* di RCC Cawang.

3. Pengukuran dan pengujian *link* komunikasi

Setelah dilakukan *setting* konfigurasi *multiplexer* pada setiap gardu induk di wilayah subsistem Bekasi selanjutnya dilakukan pengukuran dan pengujian *link*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari *link* komunikasi tersebut agar pada saat *link* tersebut sudah di *integrasi* ke perangkat RTU, tidak menimbulkan masalah yang dapat mengganggu proses pengiriman data dari gardu induk ke *master station* yang mana hal ini dapat mengurangi kehandalan pada suatu subsistem. Mengenai proses pengukuran dan pengujian untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada sub bab pada bab ini.

4. *Integrasi link komunikasi* dari *multiplexer* ke *modem*

Setelah dilakukan pengukuran dan pengujian *link* komunikasi, selanjutnya dilakukan *integrasi link* komunikasi dari *multiplexer* ke RTU. Hal ini dilakukan untuk memastikan *link* tersebut dapat bekerja dengan baik, jika sudah dilakukan maka *link* tersebut siap untuk di analisa sehingga dapat dilakukan proses migrasi *link*.

5. Analisa hasil pengukuran dan pengujian *link* komunikasi

Setelah dilakukan *integrasi link* dari *multiplexer* ke modem selanjutnya dilakukan Analisa

hasil agar dapat memutuskan apakah *link* sudah siap untuk di migrasi atau belum, jika belum maka langkah penelitian di mulai dari awal lagi, apabila tidak ada kendala maka *link* komunikasi tersebut siap untuk *migrasi*.

6. *Migrasi link* komunikasi pada setiap gardu induk

Migrasi link komunikasi dilakukan agar setiap gardu induk pada subsistem Bekasi dapat berkomunikasi dengan *master station* melalui *link* komunikasi yang sudah di siapkan pada setiap gardu induk. Dengan begitu status *link* komunikasi gardu induk tersebut dapat dipantau langsung oleh *dispatcher* RCC Cawang.

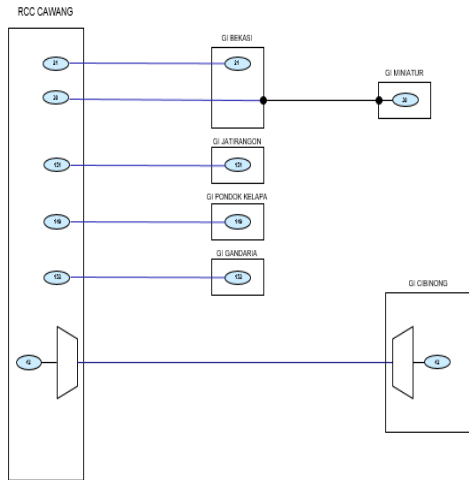
7. *Download event recorder* pada setiap gardu induk

Untuk memastikan performansi pada setiap gardu induk dapat dilihat pada data log down gardu induk tersebut melauai website yang terhubung langsung dengan *intranet* PT. PLN (Persero) APB DKI Jakarta dan Banten sehingga dapat diketahui apakah performansi *link* komunikasi gardu induk tersebut memenuhi target kinerja sebuah *link komunikasi*, jika belum maka perlu dilakukan pengecekan lagi ke *setting* konfigurasi sesuai gambar *flow chart* 3.1 diatas.

3.2 Konfigurasi eksisting *point to point*

Remote station diijinkan mengirimkan data ke *master station* secara bersamaan. Ini menunjukkan *link* komunikasi data hanya mengirim satu kali atau lebih dan hanya melewati satu jalur *direct* ke

RCC atau *master station*. Konfigurasi eksisting berbasis *point to point* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



3.3 Topologi loop dengan sistem multiplexing

Setelah dilakukan *setting* konfigurasi *link* komunikasi pada setiap gardu induk maka akan dihasilkan skema topologi *loop* berbasis sistem *multiplexing* TDM yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

3.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di beberapa lokasi yaitu:

- PT PLN (Persero) APB DKI Jakarta dan Banten, Jalan Mayjend Sutoyo no.1 Jakarta Timur.
- PT PLN (Persero) Gardu Induk Gandaria 70 kV, Jalan Masjid blok Tijah no.4, Ciracas, Jakarta Timur.
- PT PLN (Persero) Gardu Induk Jatirangon 150 kV, Jalan masjid, Jatimurni, Bekasi
- PT PLN (Persero) Gardu Induk Pondok kelapa 150 kV, Jalan

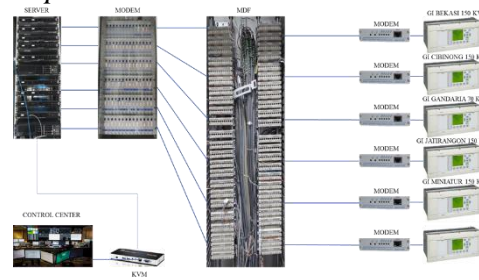
raya Kampung Setu, Bintara Jaya, Kota Bekasi.

- PT PLN (Perser) Gardu Induk Miniatur 150 kV, Taman Mini Indonesia Indah.
- PT PLN (Persero) Gardu Induk Cibinong 150 kV, Jalan Komplek Cicadas permai blok A1 no.4, Gunung Putri, Jawa Barat.
- PT PLN (Persero) Gardu Induk Bekasi 150 kV, Jalan PLN Harapan Jaya, Bekasi Utara, Jawa Barat.

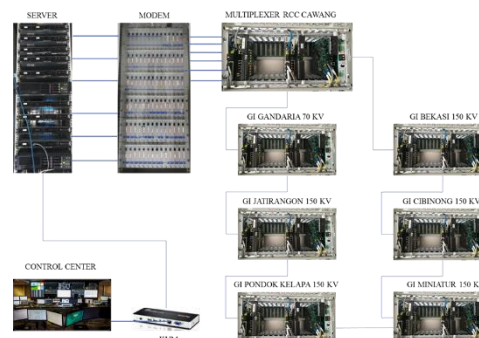
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Sekenario Pengujian

Dibawah ini adalah blok diagram konfigurasi eksisting berbasis *point to point*.



Dibawah ini adalah topologi setelah dilakukan rekonfigurasi dengan sistem *multiplexing* TDM.



Pengujian dilakukan pada tiap-tiap segmen sesuai gambar blok diagram tersebut.

4.2 Pengukuran sebelum dilakukan migrasi link komunikasi

Konfigurasi eksisting pada subsistem Bekasi 150 kV berbasis *point to point*. Untuk mendapatkan data kondisi *link* komunikasi eksisting, dilakukan beberapa tahap pengukuran dan pengujian. Hasil pengukuran tersebut yang nantinya dijadikan acuan untuk melakukan optimalisasi pada *link* komunikasi tersebut.

1. Pengukuran loss transmisi dilakukan untuk mengetahui besaran *loss* pada transmisi tersebut, dengan hasil sebagai berikut.

No	Item pengujian	Setting Pengiriman	Standar pengiriman	Hasil Pengukuran
1	RCC-Bekasi	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.2 dB
2	RCC-Cibinong	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.8 dB
3	RCC-Gandaria	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.5 dB
4	RCC-Jatirangon	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.3 dB
5	RCC-Miniatur	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.6 dB
6	RCC-Pondok kelapa	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-15.0 dB

2. Pengukuran BER tes *modem to modem* dilakukan untuk mengetahui jumlah *error count* pada *link* komunikasi tersebut, dengan hasil sebagai berikut.

HASIL PENGUKURAN BER tes <i>modem to modem</i> Gardu Induk				
No	GI / GITET	Slot Channel	Bit Transmit (bps)	Total Error (BER)
1	BEKASI	21	59184	1815
2	CIBINONG	30	51056	3
3	GANDARIA	151	239632	41960
4	JATIRANGON	149	13016	2265
5	MINIATUR	152	292624	50653
6	PONDOK KELAPA	42	181448	33299

3. Pengukuran presentase kinerja *link* komunikasi dilakukan untuk melihat kinerja *link* komunikasi gardu induk tersebut dalam

periode tertentu, dengan hasil sebagai berikut.

RTU Keluar Masuk 01-10-2016 s/d 31-10-2016				
No	GI / GITET	Durasi (Waktu)	Frekuensi (Fold)	Total Kinerja (%)
1	BEKASI	00:06:13	8	99,860
2	CIBINONG	00:00:00	0	100,000
3	GANDARIA	76:14:00	129	89,754
4	JATIRANGON	73:58:43	216	90,057
5	MINIATUR	78:55:19	1138	89,392
6	PONDOK KELAPA	73:23:18	293	90,136
Rata-rata				93,200

4.3 Pengukuran setelah migrasi link komunikasi

Optimalisasi *link* komunikasi sistem kontrol gardu terpusat dengan sistem *multiplexing* menjadi solusi dimana setiap gardu induk pada wilayah subsistem Bekasi akan terhubung dengan *link* komunikasi E1 dengan kapasitas 2 Mbps, dilengkapi dengan *loop protect system* sehingga pada saat terjadi gangguan pada salah satu ruas dalam konfigurasi tersebut, *link* komunikasi pada gardu induk tidak akan terputus karena *link* komunikasi bekerja secara *redundant* yang otomatis akan melakukan switching jika terjadi gangguan. Berikut ini adalah hasil pengukuran setelah dilakukan migrasi *link* komunikasi.

1. Pengukuran loss transmisi dilakukan untuk mengetahui besaran *loss* pada transmisi tersebut, dengan hasil sebagai berikut.

No	Item pengujian	Setting Pengiriman	Standar pengiriman	Hasil Pengukuran
1	RCC-Bekasi	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.1 dB
2	RCC-Cibinong	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.0 dB
3	RCC-Gandaria	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.1 dB
4	RCC-Jatirangon	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.2 dB
5	RCC-Miniatur	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.2 dB
6	RCC-Pondok kelapa	2800 Hz, -14.0, Z=600 Ω	-14.0 dB	-14.2 dB

2. Pengukuran BER tes *modem to modem* dilakukan untuk mengetahui jumlah *error count* pada *link* komunikasi tersebut, dengan hasil sebagai berikut.

HASIL PENGUKURAN BER tes Modem Gardu Induk				
No	GI / GITET	Slot Channel	Bit Transmit (bps)	Total Error (BER)
1	BEKASI	21	52600	0
2	CIBINONG	30	104504	0
3	GANDARIA	151	263024	0
4	JATIRANGON	149	87872	0
5	MINIATUR	152	44272	0
6	PONDOK KELAPA	42	22876	0

3. Pengukuran presentase kinerja *link* komunikasi dilakukan untuk melihat kinerja *link* komunikasi gardu induk tersebut dalam periode tertentu, dengan hasil sebagai berikut.

RTU Keluar Masuk 01-02-2017 s/d 28-02-2017				
No	GI / GITET	Durasi (Waktu)	frekuensi (fold)	Total Kinerja (%)
1	BEKASI	00:06:05	4	99,985
2	CIBINONG	00:03:51	3	99,990
3	GANDARIA	00:28:24	4	99,930
4	JATIRANGON	00:15:38	7	99,961
5	MINIATUR	00:08:25	8	99,979
6	PONDOK KELAPA	00:06:06	8	99,985
Total				99,972

4.4 Analisa Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada *link* komunikasi eksisting berbasis eksisting *point to point* dengan *link* komunikasi setelah migrasi berbasis *multiplexing* dapat dianalisa bahwa ada perubahan hasil pengukuran pada kinerja *link* komunikasi pada gardu induk wilayah subsistem Bekasi. Analisa hasil pengukuran *link* komunikasi sebelum dan sesudah migrasi adalah sebagai berikut:

1. Dilihat dari hasil pengujian *loss* transmisi pada sebelum dan sesudah migrasi *link* komunikasi dapat dilihat bahwa sebelum dilakukan migrasi *link* terdapat *loss* hingga 1 dB, setelah dilakukan migrasi *link* komunikasi *loss* transmisinya turun hingga 0,2 dB.

2. Dilihat dari hasil BER tes *modem to modem* sebelum dan sesudah dilakukan migrasi *link* komunikasi, dapat dilihat bahwa pengukuran BER tes sebelum dilakukan migrasi *link* komunikasi masih terdapat total *error count* di beberapa gardu induk wilayah subsistem Bekasi, hasil pengukuran setelah dilakukan migrasi *link* komunikasi menunjukkan tidak adanya *error count*, hal ini menunjukkan *link* komunikasi tersebut sudah handal.

3. Dilihat dari hasil pengukuran presentase kinerja *link* sebelum dan sesudah dilakukan migrasi *link* komunikasi, dapat dilihat bahwa presentase kinerja sebelum dilakukan migrasi yaitu 93,20% setelah dilakukan migrasi *link* yaitu 99,97%.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan laporan penelitian ini yaitu:

1. Jumlah gangguan dari data *log down* yang diambil sebelum migrasi yaitu pada periode 1 Oktober – 31 Oktober 2016 sebanyak 1784 kali gangguan dan sesudah migrasi *link* komunikasi pada periode 1 Februari – 28 Februari 2017 sebanyak 34 kali gangguan. Hal ini menunjukkan peningkatan kinerja *link* komunikasi yang sangat baik dilihat dari jumlah gangguan yang

mengalami penurunan drastis. Sistem *multiplexing* yang diterapkan pada gardu induk wilayah subsistem Bekasi berhasil menurunkan frekuensi gangguan sebesar 98,10%.

2. Durasi gangguan sebelum migrasi *link* komunikasi di tiap – tiap gardu induk wilayah subsistem Bekasi pada periode 1 Oktober – 31 Oktober 2016 mencapai 302 jam 37 menit 33 detik dan durasi gangguan setelah migrasi *link* komunikasi pada periode 1 Februari – 28 Februari 2017 yaitu 1 jam 8 menit 29 detik, hal ini menunjukkan penurunan gangguan selama 301 jam 29 menit 4 detik, *redundancy link* pada sistem *multiplexing* sangat efektif untuk menurunkan durasi gangguan dimana *link* komunikasi akan tetap bekerja dengan baik jika terjadi gangguan pada salah satu ruas. Penurunan durasi gangguan mencapai 99,66%.
3. Dan hasil dari performansi pada periode 1 Oktober – 31 Oktober 2016 sebelum migrasi *link* komunikasi mencapai nilai 93,20%. Terlihat peningkatan yang signifikan dari sistem gardu terpusat berbasis *multiplexing*, sehingga pada performansi periode 1 Februari – 28 Februari 2017 mencapai nilai yang lebih tinggi senilai 99,97%. Peningkatan performansi *link* komunikasi yaitu sebesar 6,77%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dalam penulisan laporan penelitian ini yaitu:

1. Sistem kontrol gardu terpusat berbasis *multiplexing* sangat baik untuk diterapkan pada subsistem lain di wilayah kerja

APB DKI Jakarta dan Banten, hal ini sudah teruji dengan acuan gardu induk di wilayah subsistem Bekasi yang mengalami peningkatan kinerja yang drastis. Dengan fungsi *redundant link* pada multiplexer dapat menjaga utilitas *link* komunikasi dan menurunkan durasi gangguan pada *link* komunikasi suatu gardu induk.

2. Sistem kontrol gardu terpusat berbasis *multiplexing* juga dapat dimanfaatkan untuk layanan VOIP (Voice Over IP) hal ini bertujuan untuk memudah operator gardu induk untuk menghubungi dispatcher RCC Cawang sehingga proses *recovery* jika terjadi gangguan lebih cepat.
3. Sistem kontrol berbasis *multiplexing* bisa dimanfaatkan untuk *link back up* teleproteksi sehingga bila terjadi gangguan pada teleproteksi yang melalui media PLC (Power Line Carrier) maka teleproteksi tersebut tidak akan terganggu.

Daftar Pustaka

- [1] PT.PLN (PERSERO). 2015. “SCADATEL Single Line P3B JAWA BALI AREA PENGATUR BEBAN”. Jakarta.
- [2] George Kennedy. 2000. “Electronic Communication System”. (Second Edition). New York: mc Graw Hill.
- [3] Roger L. Freeman. 2005. “Fundamentals of Telecommunications”. (Second Edition). Washington, DC. John Wiley & Sons, Inc.

-
- [4] PT. Niagamas Setia Usaha. 2017. *“Dynaflex Multiservice”*. Jakarta. AVARA technologies.
- [5] Roger L. Freeman. 2005. *“Performance Characteristics for Frequency Division Multiplex / Frequency Modulation (FDM / FM) Telephony Carriers”*. Washington, DC. John Wiley & Sons, Inc.
- [6] PT.PLN (PERSERO). 2008. *“Pengoperasian SCADATEL AREA PENGATUR BEBAN APB DKI JAKARTA DAN BANTEN”*. Jakarta.
- [7] Diansyah Hery. 2014. *“Analisa Penggantian Remote Terminal Unit Konsentrator S900 ke Multiplexer Orion Pada Sistem Ketenagalistrikan Basecamp Purwakarta”*. Cimahi. Universitas Jendral Achmad Yani.
- [8] Roger L. Freeman. 2000. *“Transport Systems Generic Requirements (TSGR)”*. (Second Edition). Washington, DC. Bellcore, Piscataway, NJ, Dec.
- [9] Adi Purwanto Agung. 2008. *“Perancangan dan simulasi Jaringan Fast Ethernet Dengan Menggunakan Roting protocol OSPF Dan EIGRP”*. Fakultas Teknik Elektro, Universitas Indonesia
<file:///C:/Users/Samsung%20Ativ%209%20Lite/Desktop/Laporan%20&%20DATA/Referensi/UI%20Agung%20adi%20purwanto.pdf> diakses pada tanggal 25 Mei, pukul 17:53:17.
- [10] Roger L. freeman. 2004. *“Telecommunication System engineering”*. Washington, DC. John Wiley & Sons, Inc.