

RANCANG BANGUN CONVERTER BINARY CODE DECIMAL (BCD) UNTUK MONITORING TAP POSISI INDIKATOR TRAF0 PADA SISTEM SCADA PT.PLN (PERSERO)

Himawan ¹⁾, Heri Suryo ²⁾

^{1,2)} Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Semarang

Jl. Kasipah No. 10-12 Semarang – Indonesia

e_mail : Himawan_jufri@yahoo.com

ABSTRAK

Converter tegangan BCD ke Desimal 0-3 V adalah sebuah rangkaian elektronika dengan menggunakan mikroprocessor yang dirancang untuk dapat mengubah besaran tegangan BCD menjadi besaran tegangan 0-3 V. Pada Gardu Induk (GI) 150 KV atupun Gardu Induk Tegangan Extra Tinggi (GITET) 500 kV terdapat berbagai macam bay yang diantaranya adalah Bay Line, Bay Trafo, dan Bay Kopel. Khusus pada bay trafo, terkadang salah satu status yang belum terakuisisi dan termonitor pada RCC adalah status posisi tap changer. Pemilihan tap trafo secara otomatis dilakukan dengan suatu peralatan relai AVR. Relai AVR, relai pengatur tegangan adalah peralatan kontrol otomatis pada transformator yang menggerakkan motor OLTC. Namun, pada saat tap trafo telah melebihi nilai maksimumnya maka dapat menyebabkan AVR blok. Dengan adanya kondisi seperti ini maka tentunya dapat menyebabkan suatu penyimpangan tegangan yang cukup besar. Tindakan pencegahan yang dilakukan untuk mengatasi AVR blok adalah dengan memonitoring posisi tap pada trafo. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibuat suatu converter sederhana berbasis mikroprocessor untuk mengubah format input tegangan BCD menjadi tegangan 0-3 V.

Kata kunci : *Konverter BCD ke Tegangan 0-3V, Tap Posisi Indikator Trafo, Remote Terminal Unit, Tap Changer, AVR Block.*

1. PENDAHULUAN

PT. PLN (Persero) adalah perusahaan yang bergerak di bidang ketenagalistrikan

yang didirikan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia. Listrik merupakan salah satu hal pokok

penunjang kehidupan masyarakat, seperti yang kita ketahui bahwa semua peralatan yang terdapat di kantor, pabrik bahkan perumahan membutuhkan listrik. Peran listrik disini sangat vital karena tanpa adanya listrik roda perekonomian juga tidak dapat berputar maka kontinuitas penyaluran tenaga listrik sangat diperlukan untuk membantu dalam mensejahterakan masyarakat. Salah satu cara untuk menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik adalah dengan merawat peralatan-peralatan yang ada di Gardu Induk dan menjaga listrik tetap tersalurkan pada pelanggan.

Sistem kelistrikan interkoneksi Jawa – Bali mengharuskan setiap pembangunan pembangkit, gardu induk, gardu hubung, gardu tengah, *key point* dan fasilitas sistem tenaga listrik yang baru dapat dipantau dari control center dan dilakukan pengujian sebelum diintegrasikan ke sistem transmisi atau sistem distribusi tenaga listrik.

Tele informasi data sebagai bagian sistem SCADA pada gardu induk bertujuan untuk memberikan informasi dalam bentuk *telecontrolling*, *telemetering*, dan *telesignaling* kepada pihak yang bertanggungjawab melaksanakan operasi dan pemeliharaan sistem tenaga listrik dalam hal ini PT. PLN Penyaluran dan Pusat Pengatur

Beban Jawa Bali (PLN P3B Jawa – Bali). Pembangunan pembangkit, gardu induk, dan fasilitas sistem tenaga listrik yang baru ataupun eksisting harus dapat di pantau dan di kontrol dari pusat kontrol masing masing wilayah regional. Sistem interkoneksi Jawa – Bali di bagi dalam 5 regional kontrol yaitu Regional DKI, Regional Jawa Barat, Regional Jawa Tengah & DIY, Regional Jawa Timur dan Regional Bali.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa macam susunan rangkaian yang dapat menjalankan fungsi konverter digital ke analog atau yang lebih dikenal dengan DAC. Tiga kelas utama DAC di antaranya adalah DAC berbasis *decoder*, DAC dengan pembobotan *biner*, dan DAC kode *thermometer*.

Jika kita ingin mengubah *biner* dari unit pengolahan ke suatu keluaran 0 sampai 3 V, seperti pada setiap pendekode, pertama kali kita harus membuat tabel kebenaran dari semua situasi yang mungkin. Tabel 2.1 memperlihatkan empat masukan (D, C, B, A) ke dalam pengubah D/A. Masukan berbentuk *biner*. Setiap 1 berkisar +3 sampai 5 V. Setiap 0 berkisar 0 V. Keluaran diperlihatkan sebagai tegangan pada kolom paling kanan dari tabel 2.1.

Menurut tabel tersebut, bila *biner* 0000 muncul pada masukan pengubah D/A, keluaran 0 V. Bila biner 0001 adalah masukan, maka keluarannya adalah 0,4 V. Kita perhatikan bahwa untuk masing-masing baris yang ditelusuri ke bawah pada tabel 2.1, keluaran analog bertambah 0,2 V.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan tentang pembuatan konverter BCD, yaitu: Bayu Gigih Prasetyo dan Moch. Hafid menjelaskan tentang *Simple TPI by Binary To Analog Method (SIMBAD)*. Dijelaskan tentang pembuatan suatu rangkaian konversi sederhana yang dapat mengakuisisi seluruh posisi tap pada trafo tanpa membutuhkan banyak modul input pada RTU dan dapat di monitor pada RCC/ sistem SCADA. Konverter ini dibuat menggunakan rangkaian elektronika, tidak menggunakan mikroprosesor. (Bayu Gigih Prasetyo dan Moch. Hafid, 2014).

A. Binary Code Decimal (BCD)

Binary Code Decimal adalah sistem pengkodean angka desimal menggunakan kode biner. Kode BCD biasa terdiri dari 4 (Empat) bit, 5 (Lima) bit dan ada yang lebih dari 5 (Lima) Bit. *Binary Code Decimal* (BCD) adalah sebuah sistem sandi yang umum digunakan untuk menyatakan angka desimal secara digital.

BCD adalah sistem pengkodean bilangan desimal yang metodenya mirip dengan bilangan biner biasa, hanya saja dalam proses konversi setiap simbol dari bilangan desimal dikonversi satu persatu, bukan secara keseluruhan seperti konversi bilangan desimal ke biner biasa.. *Binary Code Decimal* merupakan kode biner yang digunakan hanya untuk mewakili nilai digit desimal saja, yaitu nilai angka 0 sampai dengan 9.

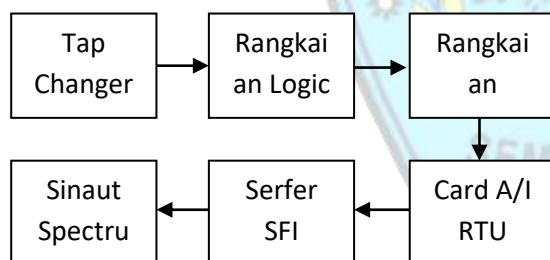
B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus (Agus Bejo, 2007). Sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Konverter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Mikrokontroler ini diproduksi dengan menggunakan teknologi *high density non-volatile memory*. *Flash PEROM on-chip* tersebut memungkinkan memori program untuk diprogram ulang.

Secara teknis, hanya ada 2 macam mikrokontroller. Pembagian ini didasarkan pada kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler tersebut. Pembagian itu yaitu RISC dan CISC.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian mengambil lokasi di PT PLN (Peresro) P3BJB APB Jawa Tengah dan DIY tepatnya di ruang master station. Dengan tidak tersedianya konverter yang berfungsi sebagai sinyal perubahan tap Changer trafo 60 MVA penulis akan menganalisa pemasangan konverter sebagai interface yang berfungsi untuk menerjemahkan perubahan tap.



Gambar 1. Diagram Blok Peralatan SCADA untuk *Tap Changer*

Gambar diatas menunjukan Blok Diagram sistem SCADA untuk pembacaan sinyal Perubahan *Tap Changer* Trafo. Perubahan *Tap Changer* (1-18) akan memberikan tegangan input yang berbeda beda setiap Tap nya, Tegangan Input tersebut akan di proses

oleh konverter Analog 0 -3 Volt untuk diteruskan ke card A/I RTU Inductid 33. RTU akan menerjemahkan Sinyal Analog tersebut kedalam bentuk Digital kemudian melalui HMI akan terbaca di Layar Monitor HMI GI dan dikirimkan ke RCC Ungaran untuk diterjemahkan di Monitor *Dispatcher*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya, maka kami mengambil sebuah topik mengenai tindakan pencegahan/*preventif* terhadap penyimpangan tegangan trafo pada sisi sekunder. Sehingga penulis berinisiatif untuk membuat suatu alat berupa Konverter *Binary Code Decimal* (BCD) untuk monitoring tap posisi indikator trafo pada sistem Scada PT. PLN (Persero), dimana alat tersebut berfungsi untuk mengkonversi data digital menjadi data analog agar dapat mengakuisisi status tap changer pada trafo dengan fasilitas input *Binary Code Decimal*.

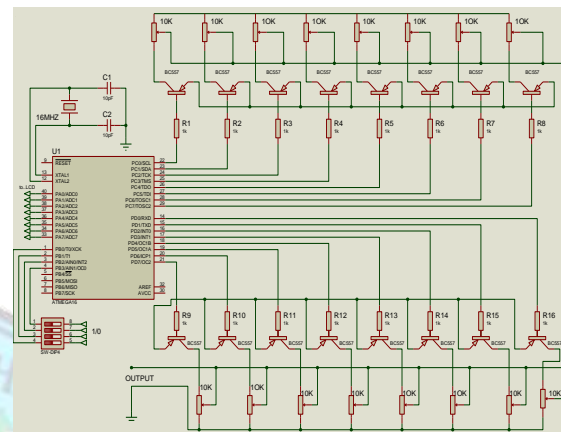
A. Cara Kerja Konverter

1. Mikrokontroler sebagai kontrol input dan output, menerima inputan berupa data digital, dan memberikan output sesuai dengan scanning alamat yang sesuai dengan input.

2. Meskipun demikian, mikrokontroler tidak akan bekerja tanpa sebuah *crystal*, fungsi *crystal* sebagai mana fungsi jantung pada manusia. Pada *crystal* ini mempunyai nilai tertentu sehingga dapat menentukan *speed* eksekusi mikrokontroler untuk melakukan instruksi tertentu, pada sistem ini *crystal* yang di pakai 16 MHz karena sesuai dengan spesifikasi mikrokontroler jenis AVR yang dapat bekerja maksimal dengan *crystal* 16MHz.
3. Selanjutnya pada sektor *output* terdapat 18 *channel* dengan rangkaian identik namun mempunyai nilai yang berbeda, fungsi resistor variabel VR10k dapat di setting sesuai *channel* yang di kehendaki, sehingga mikrokontroler hanya mengatur *channel* mana yg aktif dan memberikan tegangan sebesar 3 volt. Selanjutnya dilakukan setting pada masing-masing VR dengan tujuan nilai 3 volt dapat di cacah menjadi 18 dengan nilai yang berbeda.
4. Pada rangkaian output juga terdapat *transistor scanning channel* BC557 di mana transistor ini akan bekerja dengan di kendalikan mikrokontroler, karena *transistor* ini pnp, maka mikrokontroler harus memberikan logika *not/low* pada basisnya untuk

mengaktifkan transistor, sehingga tegangan/vvc akan mengalir ke beban dengan nilai yang di setting pada VR10k.

5. Rangkaian konverter diperlihatkan sesuai gambar berikut :



Gambar 2. Rangkaian Konverter

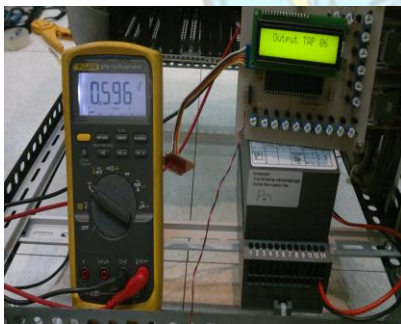
B. Pengujian dan Kalibrasi Alat

Pengimplementasian Konverter *Binary Code Decimal* (BCD) untuk monitoring tap posisi indikator trafo pada sistem Scada PT. PLN (Persero) dilakukan di APB Jateng & DIY dikarena disana terdapat RTU simulator. RTU Simulator yang selain digunakan sebagai simulasi sistem juga digunakan untuk memberdayakan kembali modul RTU yang tidak terpakai. *Wiring* rangkaian dari alat konverter ditunjukkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 3. Wiring Pengujian Alat

Pengujian alat yang dilakukan meliputi *troubleshooting* dan kalibrasi. Kalibrasi alat bertujuan agar diperoleh nilai tegangan keluaran sesuai dengan yang diinginkan. Kalibrasi nilai keluaran alat dilakukan dengan memberikan tegangan masukan dan mengubah nilai tahanan dari *variable resistor*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Troubleshooting dan Kalibrasi Rangkaian Alat converter

C. Implementasi

- Setelah dilakukan *troubleshooting* dan kalibrasi alat maka selanjutnya membuat suatu *database* untuk Tap *position* agar nilai tap pada trafo tersebut dapat dimonitor dalam sistem SCADA. Langkah-langkah pembuatan *database* Rancang Bangun Converter...

pada *Master Station* adalah sebagai berikut;

- Menambahkan element SCADA pada GI konvensional. Untuk dapat memonitor status tap trafo perlu dilakukan penambahan element SCADA hal ini dikarenakan pada trafo untuk RTU konvensional status tap trafo belum ada. Penambahan element untuk monitoring kondisi tap trafo ditunjukkan pada Gambar 5. Pada gambar tersebut *type element SCADA* yang digunakan adalah *MvMoment* karena data yang diterima oleh RTU merupakan data analog.

Element Name	Element Text	Element Type	GIS Tag	Required Element	Job Interlock
BF		S2GgTrG		N	
BI1		iso		N	
BI2		iso		N	
BRF		S2GgTrG		N	
BI Spec		BlocTags		N	
CB		CB		N	
CBTR		wSMS2		N	
		mv I 1		N	
IT		mv I 1		N	
isc		mv Isc		N	
LR		S1GgS215		N	
P		mv P 1		N	
PIDEF		S3GgPhG		N	
PIZ		S3GgPhG		N	
Q		mv Q		N	

Gambar 5. Penambahan Element SCADA pada *Database* RTU Simulator

- Menentukan *address*. Setelah melakukan penambahan pada element SCADA maka selanjutnya menambahkan komponen pengukuran pada trafo dalam IFS *point*. Didalam IFS *Point* juga dilakukan pendefinisian *address*, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

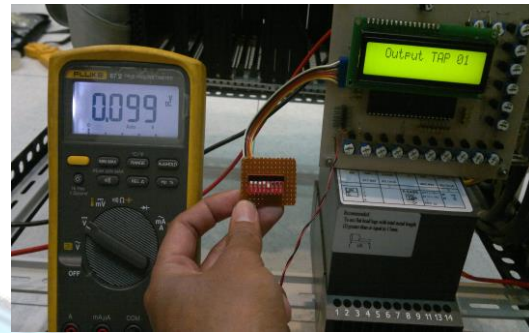
RTU Name	RTU Address	RTU Type	RTU Model	RTU Status	RTU Type	RTU Model	RTU Status	RTU Type	RTU Model	RTU Status	RTU Type	RTU Model	RTU Status	RTU Type	RTU Model	RTU Status	
BRTU150	150	WPEL-4	BQ	Status	1	34	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	BQ	Status	1	37	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	BQ1	Status	2	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	BQ2	Status	1	35	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	BQF	Status	1	37	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	CB	Status	2	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	MAA	MAA	1	35	0	1111	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	LR	Status	1	36	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	F	MAA	1	37	0	1111	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	PLZ	Status	1	37	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	Q	MAA	1	35	0	1095	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	TEA	Status	1	38	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	TEST	Status	1	38	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	TRA	Status	2	37	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRTU150	150	TRF52-1	TRT	Status	1	38	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 6. IFS Point

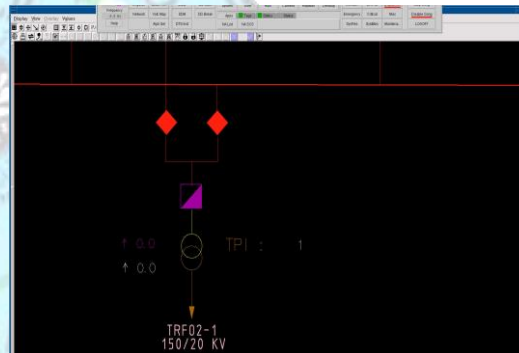
Penentuan *address* dalam IFS Point berdasarkan jenis dan letak card RTU, selain itu pada inductic33 untuk type analog maka *Con.Type* diberikan nilai 9 sedangkan *Cur. In* menunjukkan nilai *range* masukan.

3) Mengupdate gambar SLD. Langkah terakhir agar nilai tap trafo dapat termonitor maka perlu dilakukan update gambar pada SLD 3RTUTEST, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Update gambar yang dibutuhkan adalah menambahkan *variable text* pada sisi trafo yang digunakan untuk menampilkan posisi tap trafo. Setelah menambahkan *variable text* selanjutnya melakukan update nilai dalam *variable text* tersebut. Setelah membuat *database* pada *master station*, maka dapat mengimplementasikan alat converter

pada RTU untuk kemudian dilakukan monitoring posisi tap trafo. Implementasi alat konverter pada RTU ditunjukkan pada Gambar 7. dan hasil dari monitoring posisi tap trafo pada *Master Station* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Implementasi Pengujian Alat pada RTU



Gambar 8. Hasil Monitoring Posisi Tap Trafo di Master Station

Untuk data pengukuran implementasi alat dan pengujian monitoring *Tap Position Indicator* pada Trafo di *Master Station* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengukuran Hasil Implementasi Alat

BCD (10-8-4- 2-1)	Tegangan Meter (Volt)	Posisi Tap (Pada Trafo)	Posisi Tap (Pada Monitor)
00001	0,099	1	1
00010	0,197	2	2
00011	0,298	3	3
00100	0,395	4	4
00101	0,495	5	5
00110	0,596	6	6
00111	0,694	7	7
01000	0,796	8	8
01001	0,897	9	9
10000	0,999	10	10
10001	1,102	11	11
10010	1,200	12	12
10011	1,302	13	13
10100	1,402	14	14
10101	1,500	15	15
10110	1,601	16	16
10111	1,703	17	17
11000	1,801	18	18

Dari tabel pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa nilai tegangan 0,099 memberi indikasi "TAP 1" namun berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, *range* tegangan terhadap perpindahan tap adalah $0,05 \leq X \leq 0,15$.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan implementasi alat ini untuk monitoring posisi tap pada trafo, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut;

- A. Alat ini dapat mengakuisisi posisi tap trafo dengan RTU Konvensional.
- B. Dengan adanya konverter ini *Dispatcher* dapat memonitor nilai tap trafo pada Gardu Induk yang masih menggunakan RTU konvensional sehingga dapat melakukan tindakan *preventif* guna meminimalisir terjadinya penyimpangan nilai tegangan.
- C. Alat ini tidak mengganggu kinerja tap posisi indikasi eksisting pada trafo
- D. Komponen konverter ini dapat dengan mudah diperoleh dipasar.

6. SARAN

Untuk perbaikan dan pengembangan pada Alat ini penulis menambahkan beberapa saran, seperti berikut;

- A. Alat ini dapat diimplementasikan pada GI konvensional lainnya.
- B. Dilengkapi dengan *power supply back up* atau menggunakan tegangan 110 VDC yang selalu ada di panel.
- C. Pada alat ini perlu di kembangkan untuk tidak hanya dapat mengeluarkan *output* tegangan

namun juga arus, karena untuk tipe tertentu banyak modul Analog Input RTU memiliki masukan arus 0-5/ 4-20 [mA]

DAFTAR PUSTAKA

Bayu Gigih Prasetyo dan Moch. Hafid, 2014, SIMPLE TPI by BINARY to ANALOG METHOD (SiMBAD), Science and Technology Olimpiade, PT.PLN Unit APB Jateng & DIY, P3B Jawa Bali

Agus Bejo , 2011, C&AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam mikrokontroler ATmega8538. Yogyakarta: GRAHA ILMU.

Puguh Gambiro dan Budi Setiyono ST,MT. , 2011, Makalah Seminar Kerja Praktek Peranan RTU560 pada Sistem Otomasi Gardu Induk (SOGI) PT. PLN (PERSERO) P3B Jawa Bali RJTD, Universitas Diponegoro

SPLN S3:01 , 2008. PT PLN (Persero) P3B Jawa Bali, 2006, Workshop Scanning dan Kordinasi Relai Proteksi. Jakarta.

Karyana dan Tim Penyusun, 2013 : 138-142. Buku Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali.