

ANALISA KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* PADA GARDU INDUK WONOSARI 150KV



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

SRI KRISNA BAGUS ISMOYO

D 400 140 053

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* PADA
GARDU INDUK WONOSARI 150KV**

PUBLIKASI ILMIAH

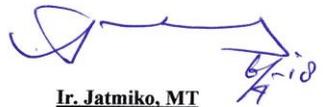
oleh:

SRI KRISNA BAGUS ISMOYO

D 400 140053

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Jatmiko', with a stylized flourish on the left side.

Ir. Jatmiko, MT

NIK.622

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* PADA
GARDU INDUK WONOSARI 150KV**

OLEH

SRI KRISNA BAGUS ISMOYO

D 400 140053

Telah diperiksa di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Jatmiko, MT
(Ketua Dewan Penguji)
2. Agus Supardi, ST.MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Aris Budiman, ST.MT
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 7 April 2018

Penulis



SRI KRISNA BAGUS ISMOYO

D 400 140 053

ANALISA KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* PADA GARDU INDUK WONOSARI 150KV

Abstrak

Arus lebih yang berada dalam sistem transmisi menyebabkan terjadinya putus arus listrik ke beban, sehingga menimbulkan kerugian pada jaringan transmisi maupun pada pelanggan energi listrik. Gangguan tersebut bisa diatasi dengan memasang alat proteksi pada transformator. Alat proteksi yang digunakan pada Gardu induk Wonosari yaitu rele arus lebih (*over current relay*). Rele arus lebih (*over current relay*) adalah rele proteksi yang akan bekerja saat terjadi gangguan dengan pemutusan tenaga (*Circuit Breaker*) dan rele akan membaca masukan nilai besaran arus dengan membandingkan nilai pada setting. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai setting rele yang berada di rele arus lebih. Metode yang digunakan adalah mencari data parameter, arus gangguan dan mencari nilai tripping time setiap gangguan. Hasil perhitungan dari setting rele berupa waktu kerja dari rele dari zona di OCR, sisi penyulang saat ada gangguan terkecil 3500A dengan $t = 345\text{ms}$ dan gangguan terbesar 7300A dengan $t = 250\text{ms}$, sisi 20KV saat ada gangguan terkecil 3500A dengan $t = 648\text{ms}$ dan gangguan terbesar 7300A dengan $t = 415\text{ms}$, sisi 150KV saat ada gangguan terkecil 3500A dengan $t = 819\text{ms}$, dan gangguan terbesar 7300A dengan $t = 656\text{ms}$.

Kata Kunci: Proteksi, Rele arus lebih, hubung singkat.

Abstract

Over current in the transmission system causes the breaking of electricity to the load, causing losses in the transmission network as well as on the customer's electrical energy. The interference can be overcome by installing a protection tool on the transformer. The protective equipment used in Wonosari mainstay is the Over Current Relay. Over current relays are protection releases that will work when interruption occurs with the Circuit Breaker and rele will read the input value of the current value by comparing the values in the setting. The objective of this research is to know the value of setting rele which is in over current relay. The method used is to find parameter data, interference current and look for tripping time value of each interference. The calculation result from the relay setting can be working time of the relays of the zone in the OCR, the repeater side when there is the smallest disturbance 3500 A with $t = 345\text{ms}$ and the largest disturbance is 7300 A with $t = 250\text{ms}$, 20 KV side when there is the smallest disturbance 3500 A with $t = 648\text{ms}$ and the largest disturbance is 7300 A with $t = 415\text{ms}$, side 150 KV when there is the smallest disturbance 3500 A with $t = 819\text{ms}$, and the biggest disturbance is 7300 A with $t = 656\text{ms}$.

Keywords: Protection, Over Current Relay, short circuit

1. PENDAHULUAN

Keperluan sumber listrik di Indonesia dalam era moderen sangat besar baik diperkotaan atau dipedesaan, bahkan banyak industri yang masih menggunakan energi listrik dari PLN untuk beroperasi. Energi listrik disalurkan menggunakan jaringan dengan konduktor telanjang bebas diudara sampai kekonsumen ataupun pelanggan agar saat melakukan pendistribusian tidak terjadi gangguan hubung singkat antara fasa ke fasa dan satu fasa ke tanah. Terjadinya gangguan disebabkan adanya arus lebih yang berada disistem transmisi yang menyebabkan terjadi gangguan terputusnya arus listrik ke beban dan mengakibatkan terjadinya kerugian pada jaringan transmisi ataupun kepelanggan energi listrik.

Hubung singkat yaitu terjadinya hubungan penghantar bertegangan atau penghantar tidak bertegangan secara langsung dan tidak langsung melalui media (resistor atau beban), sehingga menyebabkan aliran arus tidak normal (Tirza, 2013). Memperkecil kerusakan yang terjadi dapat dilakukan dengan alat pengaman seperti *OCR*.

Cara kerja dari *OCR* (*over current relay*) atau biasa disebut arus lebih yaitu peralatan yang mendeteksi dimana terdapat arus lebih yang melampaui *setting* baik penyebab beban lebih bahkan hubung singkat dapat mengakibatkan kerusakan pada perlengkapan alat disistem tenaga listrik yang terdapat didalam tempat proteksi sehingga rele itu dapat memerintahkan PMT agar memutuskan arus.

Trafo tenaga juga memiliki *OCR* (*over current relay*) berguna untuk cadangan proteksi sebagai hambatan luar maupun untuk mencadangkan keluaran dari *feeder*.

Penempatan peralatan proteksi *OCR* ditransformator GI Wonosari merupakan perjanjian yang harus dilakukan seperti keamanan pemasangan dan keselamatan dalam sistem kelistrikan. Berdasarkan beberapa macam gangguan sering timbul didalam sistem kelistrikan adalah gangguan yang berada dipenghantar seperti gangguan yang tidak sama (simetris), terjadinya gangguan tersebut merupakan gangguan 3 fasa dan 2 fasa.

Koordinasi yang terdapat dalam pengaman sistem mampu mengisolasikan gangguan agar mampu mengurangi banyaknya pemadaman.

2. METODE

Pengumpulan referensi ataupun literturnya berhubungan sistem proteksi dengan berbagai sumber. Pengambilan data memerlukan waktu sekitar sebulan di GI Wonosari 150KV. Data yang didapat kemudian mencari nilai arus nominal, arus *setting* dan mencari nilai *tripping time*.

2.1 Rencana Penelitian

Planing pengerjaan penelitian akan dilaksanakan penulis menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

1) Study Literatur

Penulis mengambil beberapa referensi melalui artikel, jurnal ilmiah dan beberapa buku untuk pedoman penulisan dalam menganalisa.

2) Pengambilan data

Kelangsungan dalam menganalisa, penelusuran data yang dibutuhkan di GI Wonosari 150KV. Data yang diperoleh adalah sistem keamanan kelistrikan.

3) Mengalisa data

Data sudah terkumpul kemudian diperhitungkan dan menganalisa agar dapat dipastikan penanganan OCR mampu mengantisipasi kerusakan pada sistem.

4) Pencarian nilai

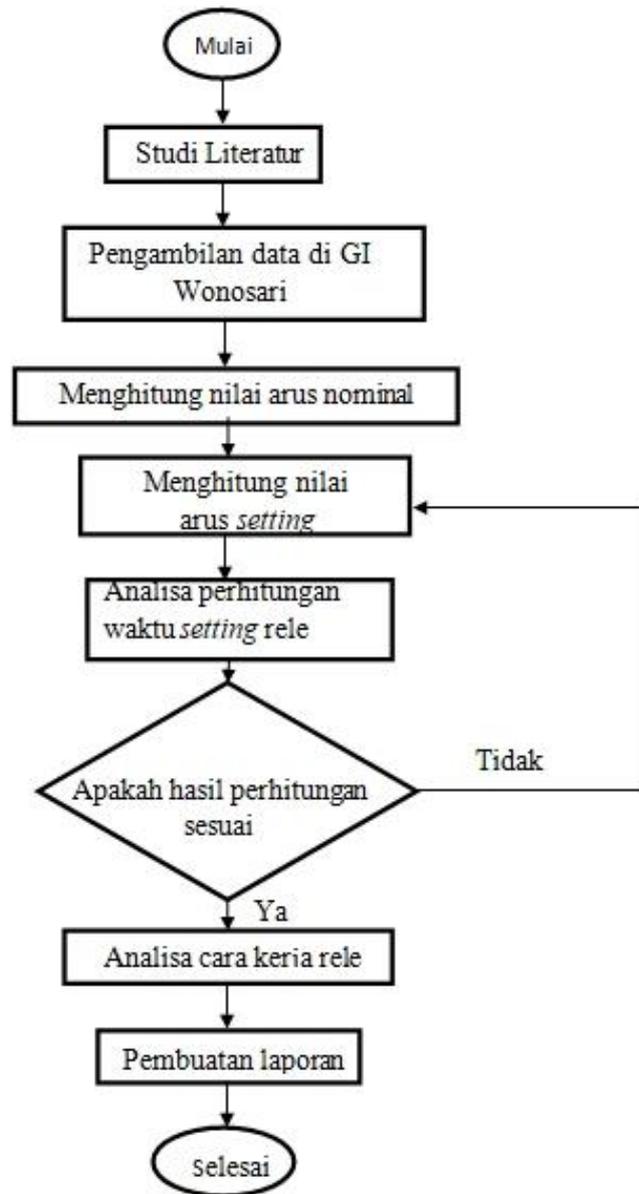
Mencari nilai hasil yang diperlu untuk sistem keamanan OCR.

5) Kesimpulan

Hasil terakhir sudah dilaksanakan berbagai pengujian data – data telah dianalisa.

2.1 Flowchart Penelitian

Berikut merupakan diagram saat jalannya perencanaan penelitian



Gambar 1. Flowchart penelitian

3. HASIL DATA DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Rele Arus Lebih

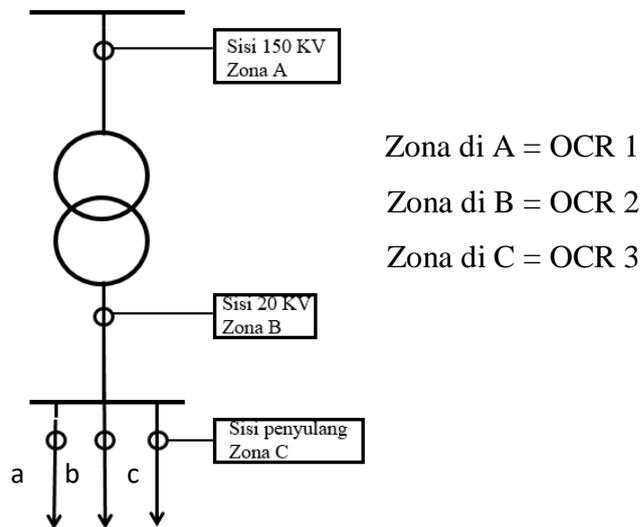
Data OCR (*over current relay*) buat pengamanan yang digunakan di GI wonosari 150 KV yaitu:

Tabel 1. Data rele OCR

Merk	Areva Micom
Tipe	P14NB
Kurva	SI (<i>Standart Inverse</i>)
TMS rele sisi 150 KV	0,37 s
TMS rele sisi 20 KV	0,17 s
TMS rele sisi penyulang	0,1 s
Faktor K	0,14
Faktor α	0,02
Faktor C	0

3.2 CARA KERJA

OCR (*over curren relay*) yang berada di trafo GI Wonosari mempunyai 3 zone, zona yang ada adalah zona A berada di 150KV, zona di B berada di 20KV, dan zona C berada di penyulang.

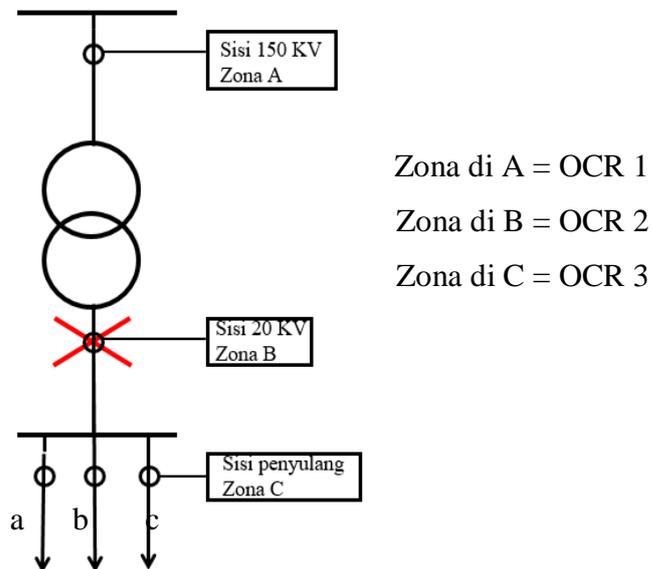


Gambar 2. Rele arus lebih ditiap sisi

Berlandaskan dari gambar 2, OCR 3 adalah OCR utama, OCR 2 adalah OCR cadangan dan OCR 1 merupakan pencadangan yang ke dua. Ketiganya merupakan pengaman trafo supaya aman dari gangguan. Beberapa hal yang harus diperhatikan saat pengaturan rele arus lebih selektivitas, stabilitas, sensitivitas, kecepatan dan reliabilitas (Bonar, 2012). Manfaat ketiga rele adalah pada saat relenya tidak dapat mendeteksi adanya gangguan, sehingga satu diantara ketiga rele dari

cadangan langsung mulai berkerja sebagai pengaman trafo. Faktornya bisa terjadi karena adanya kecacatan rele bahkan adanya posisi kerusakan tidak tentu tempatnya.

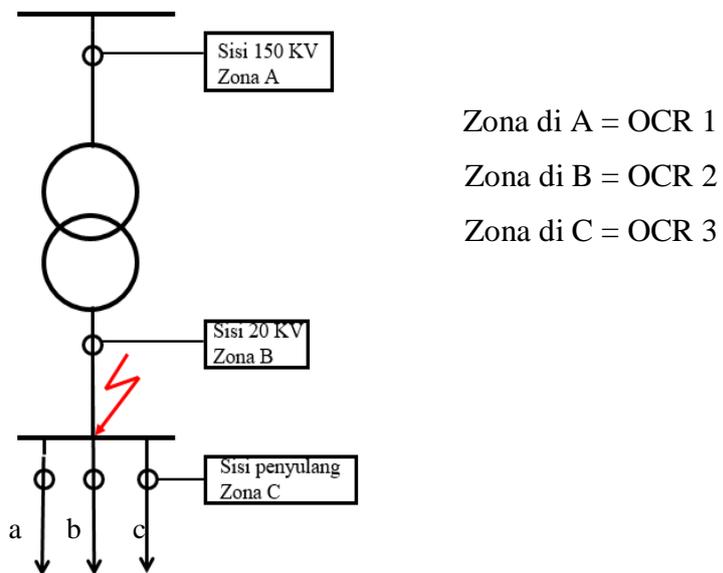
Simulasi pertama cara kerja rele arus lebih



Gambar 3.OCR sisi 20 KV rusak

Berlandaskan gambar 3, cara kerjanya adalah saat OCR 2 terjadi kerusakan maka OCR 1 akan beroperasi menggantikan OCR 2, dan OCR 3 masih membaca kondisi normal atau tidak bekerja.

Simulasi kedua cara kerja rele arus lebih



Gangguan 4. Gangguan pada sisi penyulang

Berdasarkan gambar 4, gangguan yang ada disisi penyulang zona C, saat gangguan yang ada diantara OCR 3 hingga OCR 2 , rele yang akan bekerja adalah rele dari OCR 2 karena saat terjadi kendala arus lebih dibusbarr sesudah OCR 2.

3.3 Perhitungan Matematis

Pencarian nilai untuk mendapatkan nilai arus nominal, arus *setting* dan waktu kerja *setting* setiap bagian, sehingga dapat mencari nilai rele arus lebih supaya dapat melihat hasil nilai lebih atau tidaknya dari nilai *setting*

3.3.1 Arus Nominal

Berikut pencarian nilai arus nominal

$$I_n = S / (\sqrt{3} \times v) \quad (1)$$

Dimana,

I_n = Arus nominal

S = Daya semu

V = Tegangan

I_n CCC = Arus nominal konduktor

a. Arus nominal 150KV dengan 20MVA

$$I_n = \frac{20000}{\sqrt{3} \times 150} = 77 \text{ A}$$

b. Arus nominal 20KV dengan 20MVA

$$I_n = 20000 / \sqrt{3} \times 20 = 577 \text{ A}$$

c. Arus nominal penyulang

$$I_n \text{ CCC} = 400 \text{ A}$$

3.3.2 Arus Setting OCR

Berikut pencarian arus setting

a. Sisi 150 KV

$$\begin{aligned} I_{set} &= 0,31 \times I_n \\ &= 0,31 \times 77 \text{ A} = 23,9 \text{ A} \end{aligned} \quad (2)$$

b. Sisi 20 KV

$$\begin{aligned} I_{set} &= 0,78 \times I_n \\ &= 0,78 \times 577 \text{ A} = 450 \text{ A} \end{aligned}$$

c. Sisi Penyulang

$$\begin{aligned} I_{set} &= 1,2 \times I_n \text{ CCC} \\ &= 1,2 \times 400 = 480 \text{ A} \end{aligned} \quad (3)$$

3.3.3 Perhitungan Rele Arus Lebih

Pencarian nilai rele arus lebih agar dapat melihat ada atau tidaknya kerusakan yang bisa diketahui dari persamaan 4, apabila nilai dari pencarian melebihi batas *setting* sehingga akan diprediksi adanya kerusakan disaluran.

$$t = \text{TMS} \frac{K}{(I_f/I_s)^\alpha - 1} + c \quad (4)$$

Dimana,

t = *Tripping time*

K = Faktor K

I_f = Arus gangguan

I_{set} = Arus setting

α = Faktor α

C = Faktor C

TMS = *Time multiplier setting*

1. Pencarian nilai gangguan bisa dicari melalui persamaan 4. Menganalisa adanya kerusakan sebanyak 4000A disisi 20KV sebagai berikut:

Diketahui

K = 0,14

I_f = 4000 A

$I_{setting}$ = 450 A

α = 0,02

TMS = 170 ms

$$t = 170 \times \frac{0,14}{(4000/450)^{0,02} - 1} + 0$$

$$t = 170 \times \frac{0,14}{0,04466} + 0$$

$$t = 170 \times 3,1348$$

$$t = 532.9 \text{ ms}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan 4 pada sisi 20 KV memperoleh hasil 532.9 ms. Hasil perhitungan melebihi nilai dari *setting* sehingga OCR akan bekerja saat nilai melebihi *setting*. Pengontrolan pada sistem proteksi OCR bagi sistem pengamanan trafo.

3.4 Analisa cara kerja rele

Menganalisa kinerja rele jika terjadi gangguan maka dilaksanakan dengan simulasi. *Software* yang dibutuhkan adalah microsoft excel dan calculator. Tujuan menganalisa supaya dapat melihat bagaimana kinerja rele dan mengkoordinasi rele waktu kerja saat adanya kerusakan. Rele

arus lebih utama dan cadangan wajib diatur dengan baik agar tidak terjadi kerugian akibat keselamatan dalam sistem (Patel, 2015). Pendiskripsian nilai minimum antara rele utama dan cadangan (Oktaviawan, 2017). pencarian nilai *tripping time*, besar arus hubung singkat yang terjadi di tempat tersebut dan mencari nilai parameterparameter yang dibutuhkan dalam koordinasi rele. Hasil pencarian nilai menggunakan *calculator*. dan Microsoft Exel dari tabel 2.

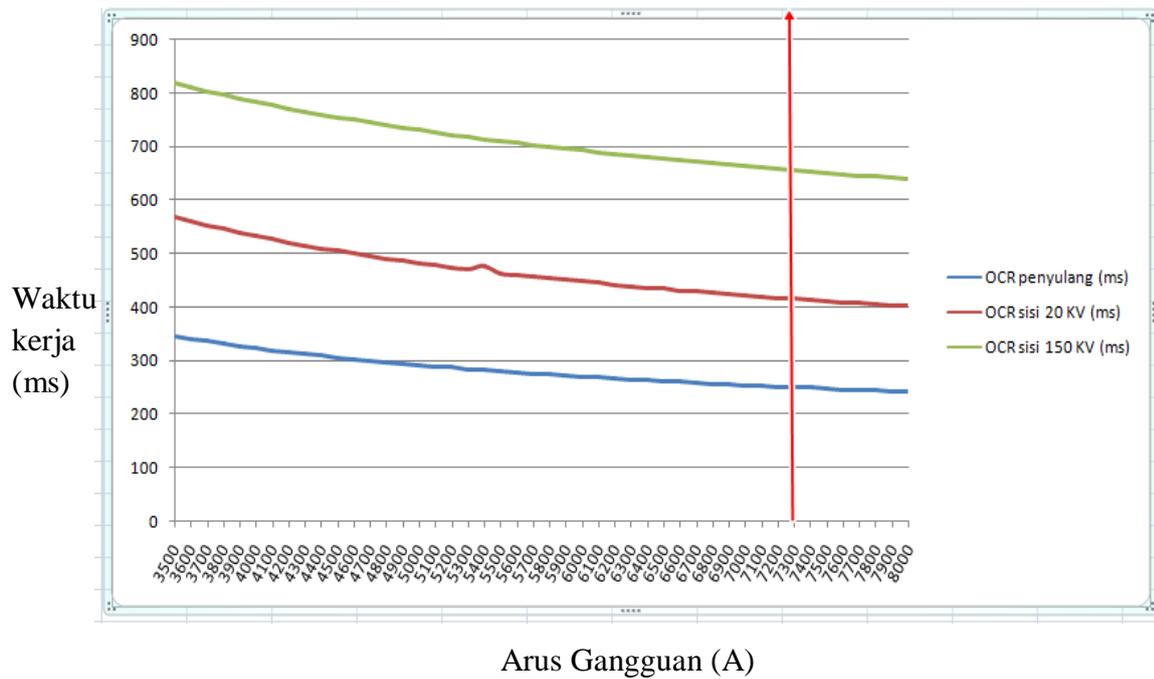
Tabel perhitungan menggunakan Microsoft Exel

Arus gangguan (A)	OCR penyulang (ms)	OCR sisi 20 KV (ms)	OCR sisi 150 KV (ms)
3500	345	568	819
3600	340	560	811
3700	336	553	804
3800	331	546	797
3900	327	539	790
4000	323	533	784
4100	319	527	777
4200	316	521	771
4300	312	515	766
4400	309	510	760
4500	306	505	755
4600	303	500	750
4700	300	495	745
4800	297	491	740
4900	294	486	735
5000	291	482	731
5100	289	478	726
5200	287	474	722
5300	284	471	718
5400	282	477	714
5500	280	463	710
5600	278	460	707
5700	276	457	703
5800	274	454	699
5900	272	451	696

Tabel 3. Hasil perhitungan menggunakan Micosoft Exel

Arus gangguan (A)	OCR penyulang (ms)	OCR sisi 20 KV (ms)	OCR sisi 150 KV(ms)
6000	270	448	693
6100	268	445	689
6200	267	442	686
6300	265	439	683
6400	263	436	680
6500	262	434	677
6600	260	431	674
6700	259	429	671
6800	257	426	669
6900	256	424	666
7000	254	422	663
7100	253	420	660
7200	251	417	658
7300	250	415	656
7400	249	413	653
7500	248	411	651
7600	246	409	648
7700	245	407	646
7800	244	405	644
7900	243	403	642
8000	242	402	640

Hasil analisa menggunakan Microsoft Excel serta *calculator* dilihat dari gambar



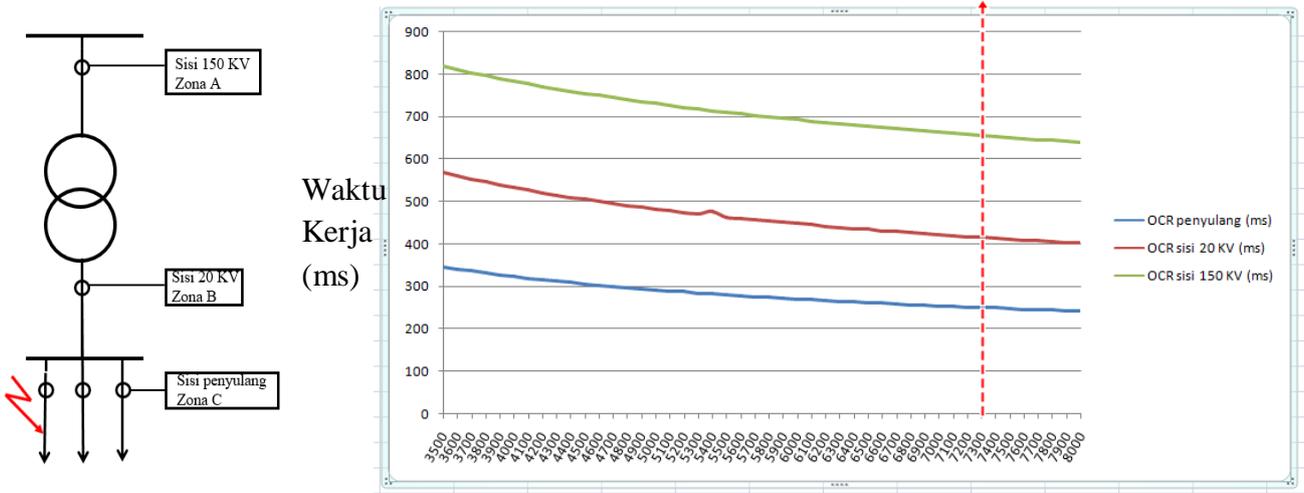
Gambar 5. Kurva analisa hasil

Kurva diatas adalah kurva *standar inverse*. *standar inverse* adalah karakteristik dari rele saat terjadi gangguan lama waktu tunda tergantung dari besar gangguan, makin tinggi nilai gangguan yang terjadi kinerja rele akan makin cepat dimana gangguan arus itu memiliki perbandingan terbalik dengan lama kerja rele

Menganalisa hasil kinerja rele dari terjadinya gangguan sehingga percobaan dapat dilihat dengan grafik.

- 1) percobaan pada kerusakan yang berada dipenyulang

Terjadinya gangguan di sisi penyalang memiliki arus gangguan 7300A. Nilai dapat diketahui dengan gambar berikut.



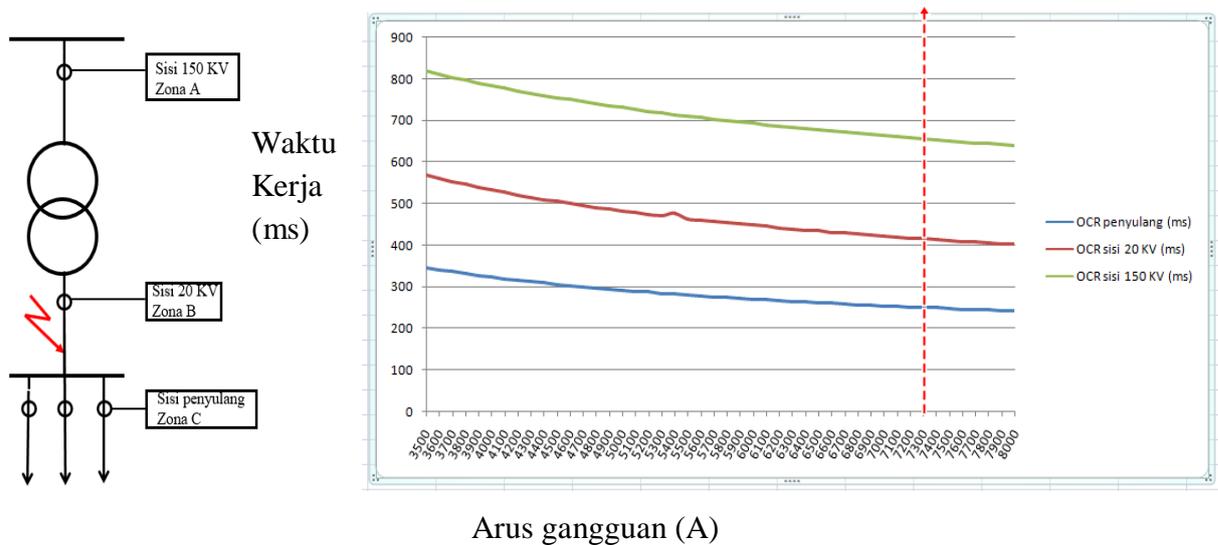
	Arus Gangguan (A)									
Arus gangguan (A)	6500	6600	6700	6800	6900	7000	7100	7200	7300	
t OCR sisi penyulang (Zona C)	262	260	259	257	256	254	253	251	250	
t OCR sisi 20 KV (Zona B)	434	431	429	426	424	422	420	417	415	
t OCR sisi 150 KV (Zona A)	677	674	671	669	666	663	660	658	656	

Gambar 6. Simulasi terjadinya gangguan pada penyulang

Gangguan yang berada di sisi penyulang membuat OCR akan *pick up* dalam kurun waktu 250ms. Saat rele pengaman di sisi penyulang mengalami kegagalan, akan dicadangkan oleh pengaman pada sisi 20 KV dalam kurun waktu 415 ms. Apabila terjadi kegagalan maka harus dicadangkan oleh pengaman pada sisi 150 KV dalam kurun waktu 656 ms.

2) Percobaan pada gangguan yang terjadi di sisi 20KV

Terjadinya kerusakan di sisi penyulang besar arus gangguan 7300A. Nilai dapat diketahui di Gambar 7.



Arus gangguan (A)	6500	6600	6700	6800	6900	7000	7100	7200	7300
t OCR sisi penyulang (Zona C)	262	260	259	257	256	254	253	251	250
t OCR sisi 20 KV (Zona B)	434	431	429	426	424	422	420	417	415
t OCR sisi 150 KV (Zona A)	677	674	671	669	666	663	660	658	656

Gambar 7. Simulasi terjadi gangguan sisi 20 KV

OCR pada sisi penyulang tidak melihat adanya gangguan dan tidak melakukan kerjanya. Kegagalan yang dialami di sisi 20KV, membuat OCR sisi 20KV melakukan *pick up* dalam waktu kerja 415 ms. Jika terjadi kegagalan secara langsung akan melakukan pengamanan oleh OCR pada sisi 150KV dalam waktu kerja 656ms.

4. PENUTUP

Dari Perhitungan diatas bisa ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu kerja OCR tergantung arus gangguan yang terjadi semakin besar gangguan yang terjadi maka akan semakin cepat pula OCR akan bekerja
2. Pengaman rele supaya dapat bekerja bergantian agar tidak bertumbukan saat bekerja maka dapat diatur dari *Time Multiplier Setting*.
3. *Time multiplier setting* dari sisi penyulang 0,1 s, sisi 20KV 0,17 s, dan sisi 150KV 0,37s.
4. Saat ada gangguan terendah dan terbesar di Gardu Induk Wonosari 150K dimana terendah 3700A dan terbesar 7300A.
5. Arus setting dari sisi penyulang dengan nilai 480A, sedangkan di sisi 20KV sebanyak 450A, dan pada sisi 150KV sebanyak 23,9A.

PERSANTUNAN

Bersyukur atas kenikmatan dan karunia ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmad dan petunjuknya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Sholawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis juga mengucapkan terimakasih atas nasehat nasehat yang diberikan baik dari orang tua tercinta dan keluarga besar serta ida kurniawati yang telah memberikan motivasi serta semangat. Bapak Umar, ST, MT sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS dan Bapak Ir.Jatmiko,MT selaku pembimbing dan Mbak Tyas, Bapak Rudi, Bapak Sumadi dan pihak PT. PLN (Persero) APP Salatiga dan basecamp yang sudah memberi izin saat penelitian. Bahkan teman teman penulis yaitu Dwi Ari w , Anggara N, Shlahudin L,Anida umi, M Ardan, Ahmad sidik, Amoreza A, Eko s, Tomi A, Toni, Irsyam budi, Widodo hadi, Aji danang,Trisetyo yang telah memberi masukan serta memotivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, P.M, (1999). *Power System Protection* IEEE, PRESS.
- Birjandi, A A M, Pourfakkah M. (2011). *Optimal Coordination of Overcurrent and Distance Relaysby a New Particle Swarm Optimization Method*. International Journal of Engineering andAdvanced Technology (IJEAT), Vol 1.
- IEEE *power engineering society, aplication and coordination of recloser, sectionalizer and fuse*, New York, 198.
- Patel, H A. (2015). *Relay Coordination Using ETAP*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol 6.
- Prabowo, Widodo hadi. (2018). *Analisa koordinasi proteksi over current relay pada gardu induk wonogiri 150 KV*
- Wibowo, Oktaviawan. (2017). *Analisa proteksi over current relay pada gardu induk konsumen tegangan tinggi di gardu induk rembang*
- Zellagui, Mohamed., Benabid, Rabah., dkk. 2015. *Optimal Overcurrent Relays Coordination in the Presence Multi TCSC on Power Systems Using BBO Algorithm*. Algeria: MECS.
- Zulkarnaini and MohammadIqbal.(2015). *Perhitungan koordinasi relay proteksi ocr / gfr dengan menggunakan software mathcad pada trafo daya unit ii 20 mva gi salak*. ISSN,Vol.17