
Analisis Kinerja *Level Switch Vibro* Sebagai Pengganti *Level Switch Conductivity* Pada Sistem Uap Di PT Indonesia Power UPJP Kamojang Unit PLTP Kamojang

Dini Hadiyani^{1*}, Yuyu Rachmat Tayubi¹, Wawan Kurniawan²

¹ *Program Studi Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia*

² *PT Indonesia Power UPJP Kamojang, Jl. Komplek Perumahan PLTP Kamojang Garut 44101, Indonesia*

**E-mail: dinihadiyani@gmail.com*

Hp : 089617627906

ABSTRAK

Salah satu instrumen *level* yang terpasang di unit pembangkit adalah *level switch*. Pada penelitian ini, *level switch* digunakan sebagai sistem proteksi ketinggian *level* air pada kondensor agar *level* air tetap terjaga. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian *level* air adalah *level switch* tipe *vibro* yang menggunakan prinsip getaran sebagai batas pengukurannya. Metode yang digunakan dalam pengukuran *level* air ini yaitu dengan mendeteksi perubahan nilai arus berdasarkan perubahan frekuensi getaran yang ditimbulkan oleh fluida. *Level switch vibro* ini diletakkan pada ketinggian *level* air maksimum, dan pada ketinggian *level* air minimum yang bertujuan agar *level* air yang terdeteksi hanya ketinggian *level* air pada saat air kondensor penuh atau pada saat ketinggian *level* air kondensor surut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan nilai frekuensi 150 Hz yang mengindikasikan tuning garpu tidak terendam fluida atau ketinggian air minimum, maka arus yang dihasilkan sebesar 16 mA. Kemudian pada saat nilai frekuensi 50 Hz yang mengindikasikan tuning garpu telah terendam fluida atau ketinggian air maksimum, arus yang dihasilkan sebesar 8 mA. Nilai arus tersebut digunakan untuk memerintah *level switch* agar mematikan atau mengaktifkan pasokan air pada kondensor agar tetap terjaga. Dengan menggunakan *level switch* tipe *vibro* ini, akurasi yang dihasilkan pun lebih baik dan juga kinerja yang dihasilkannya dinilai lebih handal dan akurat.

Kata Kunci : Frekuensi; Ketinggian Air; *Level Switch Vibro*

ABSTRACT

One level instrument installed in the generating unit is a level switch. In this study, the level switch is used as a water level altitude protection system in the condenser so that the water level is maintained. The sensor used to detect water level heights is a vibro type level switch that uses the principle of vibration as the measurement limit. The method used in the measurement of the water level that is by detecting changes in current value on the terms of the vibration frequency changes caused by the fluid. This vibro level switch is placed at the maximum water level height, and at the minimum water level height that aims to detect the water level only at the level of the water level when the condenser water is full or when the condenser water level recedes. Based on the research that has been done, the frequency value of 150 Hz indicates that the tuning of the fork is not submerged by fluid or the minimum water level, then the current generated is 16 mA. Then when the frequency value of 50 Hz indicates that the tuning fork has been submerged by fluid or the maximum water level, the current generated is 8 mA. The current value is used to rule the level switch to turn off or activate the water supply on the condenser to keep it awake. By using this type of Vibro switch, the resulting accuracy is better and also the performance produced is considered more reliable and accurate.

Keywords : Frequency; Water Level Altitude; Vibro Level Switch

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki beberapa pusat pembangkit listrik yang berasal dari panas bumi. Salah satunya yaitu Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Kamojang yang berlokasi di Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung, Jawa Barat yang merupakan PLTP pertama di Indonesia. PLTP adalah pembangkit yang memiliki Biaya Pokok Produksi (BPP) relatif rendah dibandingkan jenis pembangkit lain dikarenakan keandalan PLTP yang menggunakan energi terbarukan (*renewable*) yang dapat menggantikan pembangkit berbahan bakar fosil seperti Pusat Listrik Tenaga

Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). PLTP merupakan suatu pembangkit yang memanfaatkan uap langsung dari sumur uap untuk menggerakkan turbin. Uap yang digunakan tidak murni terdiri dari H₂O saja tetapi mengandung unsur lain diantaranya H₂S, Fe, Cl, SiO₂, CO₂, NH₄, yang bersifat korosif dan abrasif.

Salah satu peralatan utama pada PLTP adalah kondensor (condenser) yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap bekas ekspansi turbin di kondensor yang berkontraksi langsung dengan air melalui tube-tube, sehingga terjadi pertukaran


panas antara uap dan air. Untuk mendapatkan efisiensi turbin yang tinggi maka uap bekas atau *exhaust steam* yang keluar dari turbin harus dalam kondisi vakum [1]. Untuk menjaga kevakuman dari kondensor tersebut, maka ketinggian *level* air perlu dijaga. Ketinggian *level* air pada kondensor dapat dijaga dengan memasang *level switch*.

Level switch yang telah terpasang pada kondensor adalah *level switch* tipe *conductivity*. *Level switch* tipe ini merupakan salah satu instrumen yang menggunakan pengukuran konduktivitas untuk mendeteksi keberadaan *level* air. *Switch conductivity* ini mempunyai desain yang sederhana dan juga praktis dengan adanya elektroda tunggal dan juga common yang terhubung ke *floatless level switch* (rangkainan trafo dan relay). Cara kerjanya yaitu ketika *level* air sudah mencapai batasnya, maka air akan menyentuh bagian *elektroda level* kemudian akan menghubungkan dengan sirkuit commonnya sehingga akan mematikan sistem pengisian air. Namun pada kenyataannya, *level switch* tidak bekerja sebagaimana mestinya. *Level switch conductivity* yang terpasang di kondensor ini sering mengirimkan sinyal palsu yang mengindikasikan bahwa *level* air telah mencapai batas ketinggiannya. Hal tersebut diakibatkan oleh penempelan deposit dari uap air serta buih pada *elektroda level* dan *elektroda holder*. Ketika terjadi penempelan deposit serta partikel lainnya maka yang diukur bukanlah ketinggian dari *level* air

kondensat, melainkan deposit yang menumpuk pada *elektroda level*. Gangguan yang paling sering terjadi pada sistem uap, diakibatkan oleh *level switch* tipe *conductivity* seperti yang ditunjukkan pada tahun 2010 yaitu pada tanggal 3 Mei, 12 Mei, 27 Agustus, dan 2 September. Pada tahun tersebut paling sering terjadi gangguan yang disebabkan oleh *elektroda level* yang *short* akibat korosi. Gangguan tersebut dapat mengakibatkan kehilangan peluang produksi kWh dan kehilangan untuk mencari pendapatan.

Dengan seringnya gangguan yang terjadi, pihak Indonesia Power melakukan inovasi dengan menggantikan *level switch* tipe *conductivity* ke *level switch* tipe lain karena melihat dari berbagai macam faktor, yang salah satunya adalah akurasi. Akurasi pada *level switch vibro* lebih tinggi dibandingkan dengan *level switch* tipe *conductivity*. *Level switch* tipe *vibro* menggunakan prinsip getaran sebagai batas pengukurannya. Garpu pada *switch vibro* akan bergetar sesuai dengan resoanannya, yang apabila terdeteksi adanya fluida dapat menyebabkan perubahan frekuensi yang dapat mengaktifkan *level switch* untuk mematikan pasokan air ke kondensor. Selain itu penggantian *level switch* tipe *conductivity* menjadi *level switch* tipe *vibro*, dijadikan alasan karena dengan mengikuti kemajuan teknologi yang semakin canggih, praktis, juga efisien.

Tabel 1. Data Gangguan yang diakibatkan oleh *Level Switch Conductivity* pada Sistem Uap [2]

		INDONESIA POWER					DATA GANGGUAN PLTP KAMOJANG			
							TAHUN 2009 – 2016			
No	Kejadian					Penyebab	Analisa Gangguan	Tindak Lanjut		
	Mulai		Selesai		Lama					
	Tgl	Jam	Tgl	Jam	Jam					
1	12-Mei-10	12:23	13-Mei-10	03:18	14,91	Condenser Level Low-Low	Sensor level switch condenser very low loss kontak akibat korosif.	Sensor level switch condenser very low diganti.		
2	27-Agt-10		27-Agt-10		12 jam 24 menit	Level Condenser Level High-High	Elektroda level condenser HH rusak sehingga level condenser tinggi dan MCWP trip.	Elektroda, level switch dan timer untuk level high diganti.		
3	02-Sep-10		02-Sep-10		3 jam 45 menit	Level Condenser Level High-High	Elektroda level switch korosif sehingga level condenser tinggi dan MCWP trip.	Elektroda level switch diganti baru.		

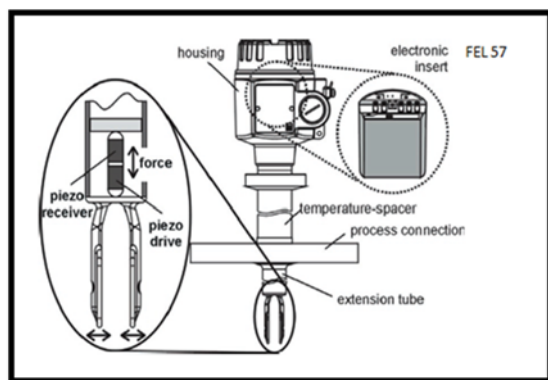
Oleh karena itu, telah dilakukan penelitian mengenai efektivitas kinerja *level switch vibro* sebagai pengganti *level switch conductivity* dengan judul “Analisis Kinerja *Level Switch Vibro* sebagai Pengganti *Level Switch Conductivity* pada Sistem Uap di PT Indonesia Power UPJP Kamojang Unit PLTP Kamojang”.

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya level air pada sistem uap pada penelitian ini yaitu dengan memanfaatkan perubahan getaran tuning garpu dari *level switch* tipe *vibro* yang beresilasi berdasarkan pendeteksian

ketinggian level air. Menurut Zhang [3], garpu tuning diproduksi oleh photolithography dan etsa kimia, telah terlebih dahulu digunakan sebagai basis waktu untuk berbagai aplikasi mikroelektronik. Osilasi tuning garpu, berasal dari gerakan piezoelektrik. Aktuasi piezoelektrik bisa tercapai karena waktu respon yang lebih cepat dan kemampuan untuk menghasilkan kekuatan yang lebih besar [4]. Pada *level switch vibro* ini terdapat dua sensor yaitu *drive piezo* dan *piezo receiver*. *Drive piezo* ini, berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Piezo kedua, yaitu *piezo receiver* bertindak sebagai penerima, yang kemudian melakukan konversi kembali dari

energi mekanik menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini diperkuat ketika fase bergeser, kemudian diperkuat untuk kedua kalinya dan diumpankan ke *drive piezo*. Dengan demikian, loop elektro mekanik diatur agar bertindak sebagai eksitasi gelombang dasar dan selalu menyebabkan garpu beresonansi dengan frekuensi resonansi yang telah ditentukan.



Gambar 1. Skematik Rangkaian *Level Switch Vibro* [5]

Proses dari listrik ke mekanik digunakan untuk menggerakkan garpu. Gerakan garpu yang tadinya mekanik, akan diubah kembali menjadi listrik yang akan digunakan untuk memberikan sinyal ke modul elektronik FEL57 yang terdapat di bagian atas *sensor level switch vibro*. Pergerakan osilasi pada garpu akan dimonitor terus menerus oleh modul elektronik FEL57. Modul elektronik FEL57 akan memberikan sinyal apabila terjadi pergeseran dan perubahan frekuensi resonansi yang terjadi pada garpu.

Dalam penelitian ini juga, dirancang pengkondisi sinyal yang digunakan untuk menganalisa keberadaan material dan kemudian dikonversi oleh nivotester FTL

325P sebagai sinyal isyarat untuk mematikan sistem. Hal ini secara otomatis dapat memicu peralihan instrumen berupa output yang akan menghasilkan alarm untuk segera melakukan perbaikan atau pembersihan yang berorientasi pada keselamatan dan proteksi peralatan yang lain.

Pada penelitian ini, gerakan osilasi garpu telah ditentukan sebesar 150 Hz yang mengindikasikan ketika tuning garpu belum terendam fluida, 50 Hz yang mengindikasikan ketika tuning garpu terendam fluida, dan 0Hz yang mengindikasikan terjadinya kesalahan pada tuning garpu).

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini akan menghasilkan transmisi sinyal yang digunakan untuk menjaga keamanan fungsional antara sensor dan ruang kontrol. Terdapat tiga status sensor yang ditransmisikan yaitu, sensor tidak tertutupi material, sensor tertutupi material, dan alarm kesalahan sensor. Penguatan sinyal sama dengan faktor kualitas dari resonansi yang diterapkan [6].

Transmisi berbasis arus, aman digunakan selama pengaturan tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan [7]. Korosi pada kontak dapat menyebabkan peningkatan tahanan kawat dan air atau kelembaban pada kontak dapat mengakibatkan resistansi paralel.

Keduanya dapat memiliki pengaruh pada arus dan dapat menyebabkan kondisi transmisi yang tidak pasti.

Saklar transmisi yang digunakan pada nivotester FTL325P adalah 8 mA dan 16 mA yang dihubungkan langsung ke input nivotester hingga maksimal 20 mA. Dalam pembacaan input frekuensi dari modul FEL57 yang ditransmisikan menjadi arus, akan didapat hubungan yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Transmisi Frekuensi menjadi

Arus		
Frekuensi (Hz)	Transmisi	Arus (mA)
150	Sensor tidak tertutupi material	16 mA
100	...	Y
50	Sensor tertutupi material	8 mA
0	Alarm kesalahan sensor	3,6 mA

Apabila ingin mengetahui nilai arus pada frekuensi lainnya, maka dapat menggunakan persamaan garis lurus

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (1)$$

Misalnya ketika frekuensi 100 Hz, maka:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

$$\frac{100 - 50}{150 - 50} = \frac{y - 8}{16 - 8}$$

$$(y - 8)(150 - 50) = (100 - 50)(16 - 8)$$

$$y - 8 = \frac{(100 - 50)(16 - 8)}{(150 - 50)}$$

$$y - 8 = \frac{(50)(8)}{(100)}$$

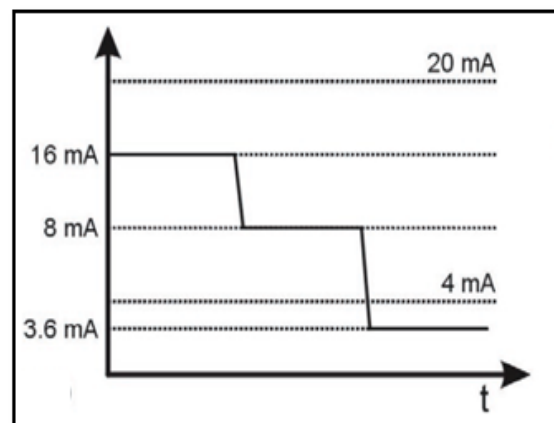
$$y - 8 = \frac{400}{100}$$

$$y = 4 + 8$$

$$y = 12$$

Maka, dapat disimpulkan ketika frekuensi 100 Hz, arus yang dibutuhkan untuk transmisinya adalah sebesar 12mA.

Berdasarkan tabel hubungan transmisi frekuensi dengan arus, maka akan didapat grafik hubungan arus terhadap waktu.

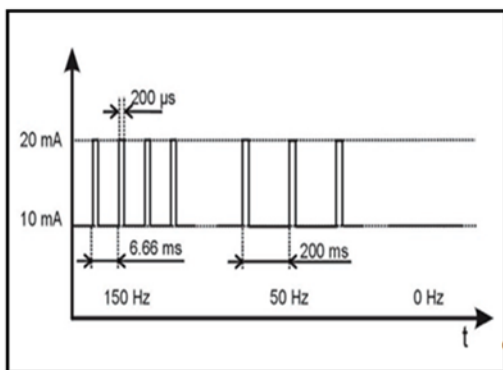


Gambar 2. Transmisi 8/16 mA

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa arus semula 16 mA yang ditransmisi dari gerakan garpu yang mempunyai frekuensi 150 Hz, mengalami penurunan dikarenakan sensor tertutupi oleh material yang kemudian berubah menjadi 8 mA ketika transmisi dari terjadi penurunan

frekuensi menjadi 50 Hz. Ketika arus mengalami penurunan kembali pada 3.6 mA, hal tersebut menjadi indikasi bahwa tuning garpu mengalami kendala.

Dibandingkan dengan transmisi 8/16 mA, Pulse Frequency Modulation (PFM) yang ditunjukkan pada Gambar 2 mewakili standar keamanan transmisi yang lebih tinggi melalui saluran PFM. Arus prategangan 10 mA dilapiskan oleh pulsa arus. Dalam hal ini, tingkat pengulangan pulsa dan bukan nilai saat ini sesuai dengan kondisi sensor. 50 Hz sesuai dengan kondisi tertutup, 150 Hz kondisi tidak tertutup dan kesalahan dikodekan dengan 0 Hz.



Gambar 3. Transmisi Modul PFM

Dapat terlihat pada Gambar 3 bahwa ketika frekuensi 150 Hz, pulsa gelombang lebih rapat dibandingkan dengan frekuensi 50 Hz. Ketika frekuensi 0Hz, tidak terdapat sinyal gelombang karena tidak terdapat arus dan sinyal yang terkirim. Pada saat frekuensi 150 atau tuning garpu belum terendam, gelombang puncak pada saat 20 mA diartikan sebagai 1 kali gerakan pulsa pada piezoelektrik

yang akan merubah gerakan garpu menjadi renggang. Untuk melakukan 1 kali gelombang pulsa 150 Hz, dibutuhkan waktu 6,66 ms dengan histerisis 200 μs. sedangkan pada saat tuning garpu terendam, maka frekuensi akan menunjukkan frekuensi 50 Hz dengan gelombang puncak pada saat 20 mA dibutuhkan waktu 200 ms.

Kehandalan dari *level switch vibro* dapat terlihat dari perbandingan kinerja *level switch conductivity* dengan *level switch vibro* pada Tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan Keakurasian *Switch Conductivity* dengan *Switch Vibro*

Indikasi	Conductivity	Vibro
Gelembung	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
Penempelan partikel	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
Sinyal yang tidak sebenarnya	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
Shutdown	Sering terjadi	Belum pernah terjadi

Kinerja dari *level switch vibro* berdasarkan akurasinya dapat dikatakan sangat baik dibandingkan dengan *level switch* yang menggunakan tipe *conductivity*. Hal tersebut dapat terlihat berdasarkan pendeteksian fluida yang sebenarnya. Pada *level switch conductivity level* air yang sebenarnya belum mencapai set poin, sudah mengindikasikan bahwa unit harus mati/*shutdown*. Hal tersebut disebabkan oleh adanya gelembung dan penempelan deposit

pada bagian *elektroda sensor switch conductivity*. Sedangkan dengan menggunakan *level switch vibro*, ketika gelembung menempel pada bagian tuning garpu sensor tidak mengindikasikan untuk memberhentikan unit. Karena pada *level switch vibro*, yang diukur hanyalah ketinggian fluida, sedangkan gelembung dan penempelan deposit tidak akan terdeteksi oleh *level switch tipe vibro*.

Ketepatan waktu menggunakan *level switch vibro* pada saat di nyalakan, tuning garpu dari *level switch vibro* beresilasi dengan gerakan 150Hz, dan ketika tuning garpu terendam oleh fluida, maka pergerakan tuning garpu akan melambat yaitu beresilasi pada getaran 50Hz.

Setelah dilakukan pemasangan, kinerja dari *level switch vibro* dari tahun 2016, menunjukkan kinerja yang sangat baik yaitu dapat terlihat dari tidak adanya gangguan yang disebabkan oleh korosinya tuning garpu sehingga gangguan pada unit tidak terjadi.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada frekuensi 150 Hz yang mengindikasikan tuning garpu belum terendam fluida, arus yang

dihasilkan sebesar 16 mA. Dengan menggunakan modul PFM, pulsa arus prategangan 10 mA dan gelombang puncak pada saat 20 mA, untuk melakukan 1 kali gelombang pulsa pada saat osilasi garpu 150 Hz dibutuhkan waktu 6,66 ms dengan histerisis 200 μ s.

2. Pada frekuensi 50 Hz yang mengindikasikan tuning garpu telah terendam fluida, arus yang dihasilkan sebesar 8 mA. Dengan menggunakan modul PFM, pulsa arus prategangan 10 mA dan gelombang puncak pada saat 20 mA, untuk melakukan 1 kali gelombang pulsa pada saat osilasi garpu 50 Hz dibutuhkan waktu 200 ms.
3. Meningkatkan kehandalan serta efisiensi pembangkit dapat dilakukan dengan mengganti *level switch tipe conductivity* menjadi *level switch tipe vibro* yang lebih efektif dan efisien berdasarkan tingkat akurasi yang diperoleh dari *level switch vibro*.
4. Kinerja *level switch vibro* sebagai pengganti *level switch conductivity* pada sistem uap di PT Indonesia Power UPJP Kamojang dinilai lebih handal. Hal tersebut dilihat dari tidak adanya gangguan yang diakibatkan oleh *level switch vibro* yang telah terpasang selama ini yang disebabkan oleh penempelan deposit pada garpu yang dapat menghambat kinerja dari *level switch tipe vibro* ini.

5. Ucapan Teriaa Kasih

Terima kasih peneliti ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan paper ini, khususnya kepada kedua orang tua tercinta yang telah membantu dari segi materi maupun moral, kepada Bapak Drs. Yuyu Rachmat Tayubi dan Bapak Wawan Kurniawan selaku dosen pembimbing, pihak Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI, pihak PT Indonesia Power UPJP Kamojang, dan kepada pihak-pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu-persatu sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

6. Referensi

1. Manual Book Maintance Manual Volume TM 21 PT Indonesia Power.(1988). Agency Of The Ministry Of Mines And Energy Of The Government Of The Republic Of Indonesia. Indonesia : PLN
2. Laporan Major Inspection PT. Indonesia Power UPJP Kamojang
3. Zhang, Jian. (2001). Determination of liquid density with a low frequencymechnical sensor based on quartz tuning fork. Singapore. Elsevier.
4. Satkoski, Chris A. (2009). Dynamic Modeling of a Piezoelectric Actuated Fuel Injector. Perancis
5. Endress+Hauser. (2015). (cs0161 FTL51 overfill protection in propylene) FTL51 Overfill Protection in a Propylene Oxide (PO) Storage Tank- Chemical
6. Starecki, Tomasz. (2017). A High Sensitivity Preamplifier for Quartz Tuning Forks in QEPAS (Quartz Enhanced PhotoAcoustic Spectroscopy) Applications. Poland. MDPI.
7. Atam. (2012). Instruksi Kerja Pemeliharaan Level Switch Condensor (ls 1702 & ls 1704)/level high & very high (ls 1703 & ls 1705)/level low & very low. Unit PLTP Kamojang