

# DESAIN DAN IMPLEMENTASI *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* PADA SUPPLAI DAYA HIBRIDA PLN-PLTS

Apriliana Arafati, Agus Ulinuha

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas  
Muhammadiyah Surakarta

## Abstrak

Perkembangan teknologi telah membuat sumber energi PLN berpengaruh dalam penyediaan energi bagi masyarakat. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan pembangkit energi listrik untuk mem-*backup* energi utama PLN yaitu menggunakan sumber energi PLTS. PLTS menggunakan sinar matahari dengan memakai panel surya untuk diubah menjadi daya dengan menghasilkan tegangan *DC* untuk memberikan daya ke beban motor induksi. Dalam mengontrol PLTS perlu adanya rancangan untuk membuat kontrol dapat bekerja secara otomatis untuk menjalankan PLTS jika baterai tidak mencukupi kebutuhan. *Automatic Transfer Switch* dirangkai penghubung kontrol dan pemutus aliran dari *power inverter* dengan PLN yang sudah berjalan otomatis. Rangkaian *ATS* digunakan sebagai menghidupkan dan menghubungkan inverter ke motor induksi secara otomatis ketika PLN padam. Kemudian beban akan menerima daya dari panel surya ke PLN. Beban yang digunakan dalam sistem *ATS* ini yaitu motor induksi dapat digunakan untuk menggerakkan pompa air karena memiliki banyak keunggulan. Fungsi *TDR* digunakan sebagai pengatur waktu ketika *ON* maupun pada saat *OFF*. Untuk berfungsi dengan baik, *LVD* membutuhkan listrik *DC* yang dapat diambil dari baterai. Dalam penelitian ini memanfaatkan sumber energi dari sel surya tentang sistem perancangan untuk membuat kontrol dapat bekerja secara otomatis dalam menjalankan sistem PLTS. Hasil yang didapatkan dari data yang telah diambil, menunjukkan bahwa tegangan akan berpindah pada saat baterai dengan nilai 24,4 *VDC* dengan daya baterai sudah mencapai 196 W. Kemudian akan kembali lagi suplai daya listrik yang dilayani oleh PLTS apabila tegangan baterai mencapai diatas 26,6 *VDC* dengan daya baterai sudah mencapai 221,58 W. Rata-rata  $\cos \varphi$  dari beban motor induksi yaitu 0,72. Rata-rata daya *real* 181,11 W dan rata-rata daya semu 254,16 VA. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa pemasangan sistem hibrida PLN-PLTS pada motor induksi dapat bekerja dengan baik.

**Kata Kunci** : *Automatic Transfer Switch*, *LVD*, PLN, PLTS, *TDR*

## Abstract

Technological developments have made PLN's energy sources influential in providing energy for the community. To overcome this, a power plant is needed to backup PLN's main energy, which is using PLTS energy sources. Solar power plants use sunlight by using solar panels to be converted into power by generating DC voltage to provide power to the induction motor load. In controlling PLTS, there needs to be a design to make the control work automatically to run PLTS if the battery is not sufficient. Automatic Transfer

Switch is assembled to connect the control and circuit breaker from the power inverter with PLN which has been running automatically. The ATS circuit is used as turning on and connecting the inverter to the induction motor automatically when the PLN goes out. Then the load will receive power from the solar panel to PLN. The load used in this ATS system is that the induction motor can be used to drive the water pump because it has many advantages. The TDR function is used as a timer when ON or OFF. To function properly, LVD requires DC electricity that can be drawn from the battery. In this study utilizing energy sources from solar cells about the design system to make controls can work automatically in running the solar system. The results obtained from the data that has been taken, show that the voltage will move when the battery with a value of 24.4 VDC with battery power has reached 196 W. Then it will return to the supply of electrical power served by PLTS if the battery voltage reaches above 26.6 VDC with battery power has reached 221.58 W. Average  $\cos \phi$  from the load of the induction motor which is 0.72. Average real power is 181.11 W and average apparent power is 254.16 VA. Therefore, it can be concluded that the installation of the PLN-PLTS hybrid system on the induction motor can work well.

**Keywords** : Automatic Transfer Switch, LVD, PLN, PLTS, TDR

## 1. PENDAHULUAN

Dengan kemajuan teknologi di berbagai bidang, kelistrikan PLN berkembang menjadi sumber energi utama yang berdampak pada penyediaan energi bagi masyarakat. Meski begitu, distribusi listrik ke PLN tidak selalu konsisten. Pada titik tertentu akan terjadi pemadaman total. Suatu saat pasti akan terjadi pemadaman total yang dapat disebabkan oleh gangguan pada sistem pembangkitan maupun gangguan pada sistem transmisi dan distribusi (Wijaya & Lutfiyani, 2021). Untuk mengatasi masalah ini dan menghindari pemadaman umum yang berkelanjutan, diperlukan pembangkit listrik untuk mendukung sumber energi utama PLN. Untuk mengendalikan PLTS diperlukan suatu rancangan agar pengendalian tersebut dapat berjalan dengan baik.

Rangkaian PLTS ini menggunakan komponen seperti solar panel, *Solar Charge Controller (SCC)*, baterai, inverter dan beban. Sistem PLTS menggunakan radiasi matahari untuk menghasilkan energi tegangan DC, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan beban pompa. Panel surya menggunakan prinsip efek fotovoltaiik untuk mengubah radiasi matahari menjadi listrik. Baterai atau akumulator adalah arus searah yang dapat dibawa. Mereka dapat digunakan kapan saja, di mana saja dan tidak perlu berada di tempat yang memiliki pasokan energi. Setiap baterai

memiliki elektrolit yang masing-masing bertindak sebagai konduktor dan terminal positif dan negatif. Ada dua jenis baterai, sel basah/*FLA (Flooded Lead Acid)* dan sel kering/*VRLA (Valve Regulated Lead Acid)* (Apriani et al., 2023).

Alat untuk mentransfer sumber daya dari sumber utama PLTS ke PLN adalah sistem *ATS*. Ketika daya PLTS pulih, otomatis akan mengembalikan daya ke posisi normal (Nugroho & Jamaaluddin, 2021). Jika baterai lemah, *ATS* akan mengubah arus baterai ke PLN. *ATS* dipasang di kotak panel dan secara otomatis mengubah arus dari baterai ke PLN ketika baterai lemah karena berkurangnya pengisian panel surya (Pulungan et al., 2019). Ketika kondisi baterai PLTS mencapai minimum atau baterai habis, rangkaian kontrol secara otomatis mentransfer beban ke sumber PLN. Namun saat matahari bersinar di siang hari, baterai PLTS terisi penuh. Pada *ATS* ini, beban catu daya PLN dan PLTS dibandingkan dengan beban motor induksi.

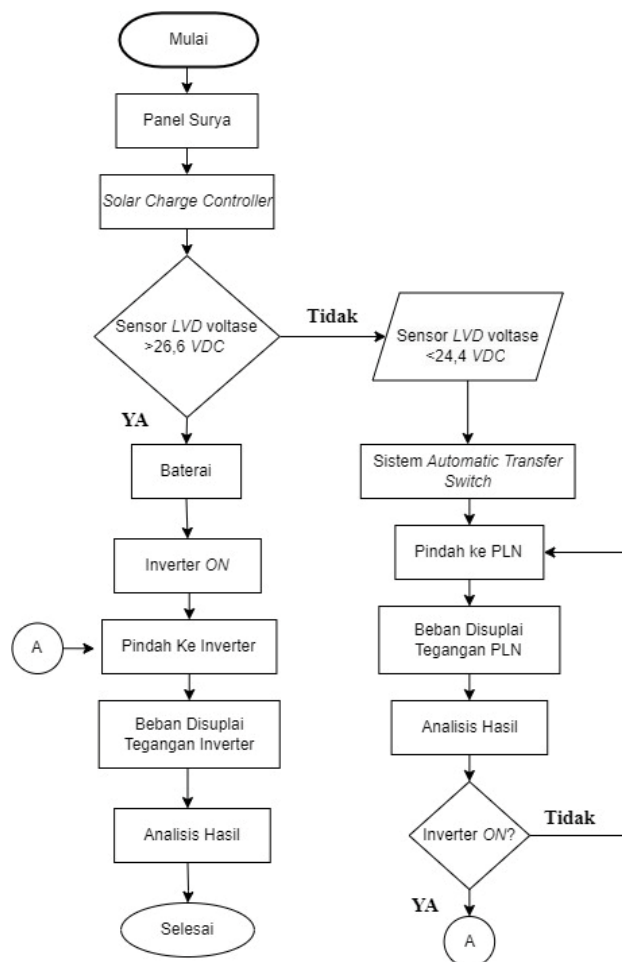
Motor induksi terdiri dari kumparan stator dan rotor. Kedua kumparan ini digunakan untuk menghasilkan gaya gerak listrik melalui arus bolak-balik satu fasa. Ketika daya *AC* disuplai ke belitan stator motor, arus dapat mengalir ke belitan stator. *Output* dari fluks utama adalah belitan stator dari catu daya *AC*. Motor induksi dapat digunakan untuk menggerakkan pompa air karena banyak kelebihanannya. Motor induksi memiliki banyak keunggulan seperti kekuatan yang luar biasa karena tidak ada kontak stator dan rotor selain bantalan. Menghasilkan banyak daya, membutuhkan daya yang sangat sedikit, dan membutuhkan perawatan yang sangat sedikit. Salah satu aplikasi yang paling menjanjikan untuk motor induksi adalah menggerakkan pompa air.

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi listrik dapat menjamin ketersediaan pasokan listrik untuk menggerakkan pompa air (Iqtimal & Devi, 2018). Ketika baterai mendekati batas bawah debit baterai, sistem switching otomatis dari sistem *hybrid Solar Cell-PLN* diperoleh melalui sirkuit *ATS*. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah panel kontrol PLTS-PLN yang selanjutnya akan secara otomatis merancang dan mengatur pergerakan catu daya melalui perangkat tegangan rendah (*LVD*).

## **2. METODE**

### **2.1 Diagram Alur Penelitian**

Dalam perancangan sistem kendali *ATS* dan implementasinya dilakukan dengan berdasarkan hasil penelaahan pustaka tentang sistem sejenis. Untuk perancangan dilakukan secara bertahap, setelah itu dilakukan pemasangan panel hingga instalasi sistem *Automatic Transfer Switch*. Metode yang digunakan yaitu berupa desain dan pemasangan sistem hibrida PLTS-PLN sebagai penggerak motor induksi. Motor induksi yang digunakan merupakan motor listrik arus bolak balik (*AC*) satu fasa. Berikut merupakan cara kerja dari penelitian ini dengan menggunakan diagram *flowchart*, yang ditunjukkan pada gambar 1.



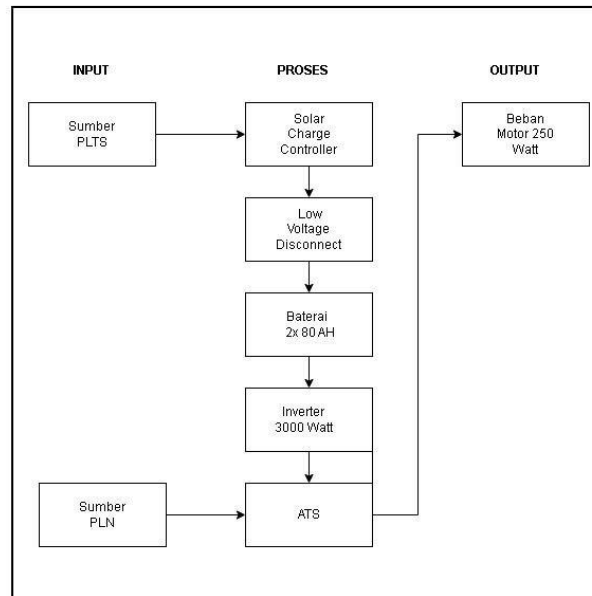
Gambar 1. *Flowchart* Alur Kerja

## 2.1 Tahap Penelitian

### 2.1.1. Sistem Blok Diagram

Dalam penelitian ini menggunakan kegiatan seperti desain dan pemasangan *ATS* pada sistem hibrida panel surya-PLN. Dengan menggunakan motor induksi arus bolak balik (*AC*) satu fasa sebagai beban. Pada penelitian menggunakan inverter 3000 watt,

*Low Voltage Disconnect*, baterai 80 AH berjumlah 2 dengan kapasitas tegangan 12 V, *Solar Charge Controller* 60 Ampere jenis MPPT 1 buah. Sistem perencanaan blok diagram dapat dilihat pada gambar 2.

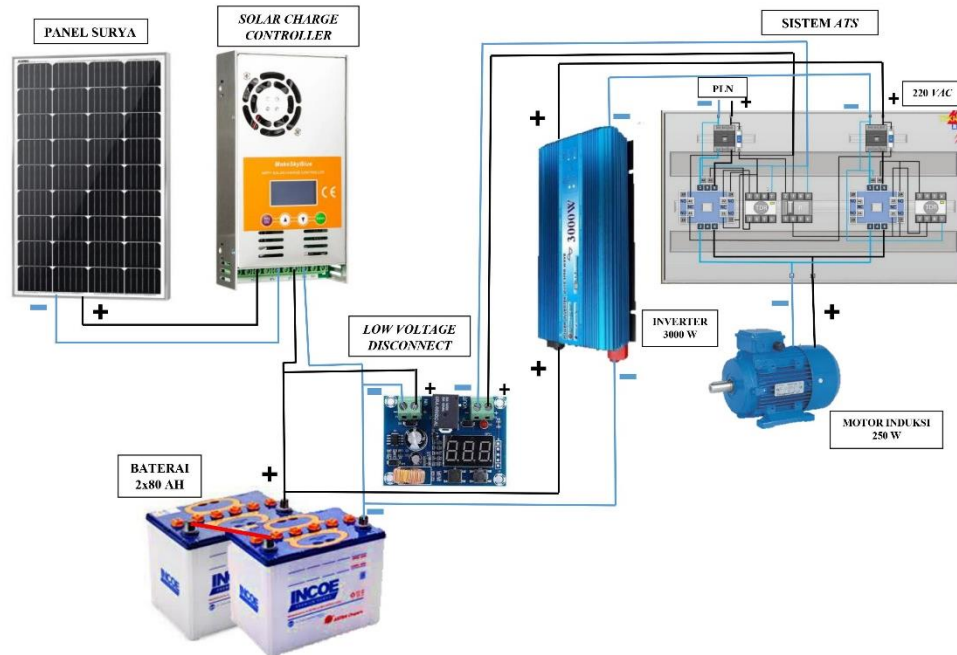


Gambar 2. Blok Diagram Sistem

### 2.1.2 Desain Alat

Perancangan sistem ATS pada suplai daya hibrida PLN-PLTS yang dipasang disesuaikan dengan daya motor listrik sebagai beban yang akan digunakan. Berdasarkan daya yang dibangkitkan dari panel surya masuk ke *solar charge controller* yang digunakan untuk memasok energi baterai yang telah dipasang seri akan tersimpan dan sebagai mendeteksi kapasitas baterai supaya tidak terjadinya *overcharging* dan *overvoltage*. Energi yang tersimpan untuk memasok daya ke pompa yang terlebih dahulu melewati inverter untuk mengubah tegangan menjadi AC. Kemudian masuk ke *Automatic Transfer Switch* untuk untuk menghidupkan dan menghubungkan *power* inverter ke beban secara otomatis pada saat PLN padam. Dengan demikian, motor induksi tidak terus menerus beroperasi. Jika pompa tidak beroperasi maka daya yang dibangkitkan dari sel surya disimpan ke baterai. Energi yang tersimpan baterai kemungkinan bisa tidak mencukupi kebutuhan motor induksi maka perlunya pengalihan daya ke PLN supaya motor induksi tetap terus beroperasi. Maka dari itu dari desain ini membutuhkan sistem mekanisme ATS dalam pengalihan

daya dari PLTS atau PLN supaya motor induksi terus bekerja. Berikut ini gambar 3 skema desain alat dan diagram pengkabelannya secara keseluruhan.



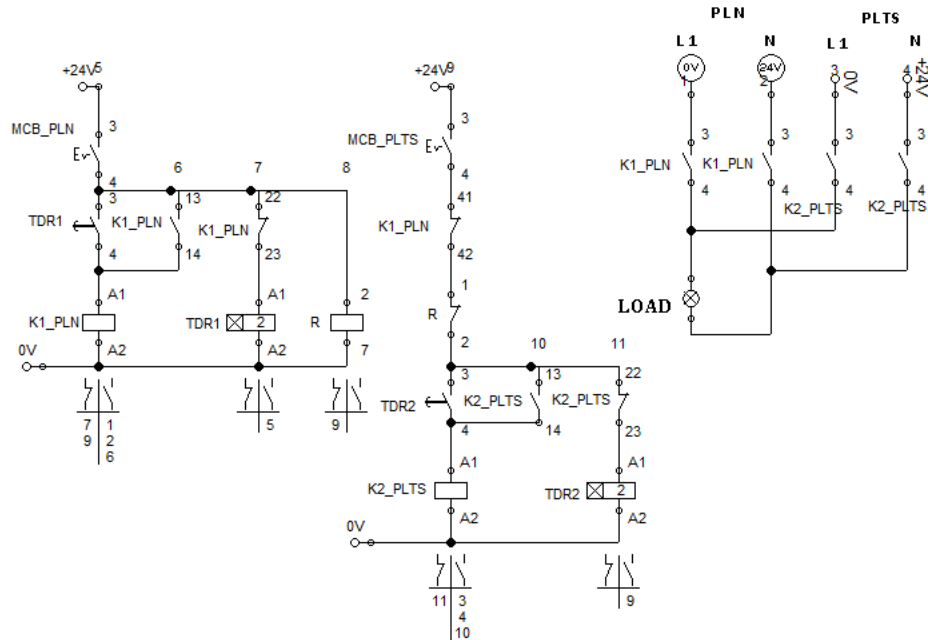
Gambar 3. Desain Alat

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Simulasi ATS (*Automatic Transfer Switch*) Menggunakan *FluidSIM*

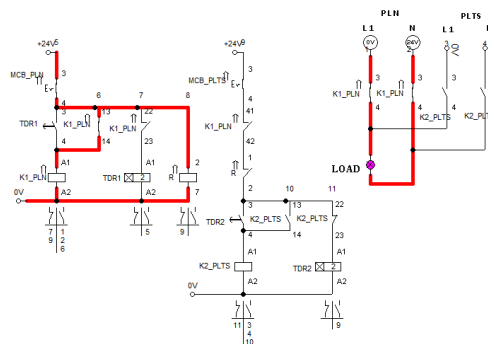
Gambar 4 menunjukkan rancangan sistem kontrol yang fungsinya untuk mengontrol sistem operasi dan mendeteksi keaktifan dua catu daya. Sistem pengendalian ATS memiliki 2 sumber yaitu sumber PLN dan sumber PLTS. Sumber PLN digunakan untuk mengatur operasi dari kontaktor PLN ke beban motor induksi ketika tegangan dimasukkan atau dirasakan dari PLN. Fungsi sumber PLTS adalah untuk mengarahkan tegangan panel surya ke baterai dan beban, jika sumber PLN mati maka sumber PLTS akan aktif untuk menghidupkan beban motor induksi. Fungsi *relay* adalah sebagai kumparan inti besi tetap, diletakkan pada batang besi yang diikat simpul, batang besi dilengkapi pegas, bekerja saat ada arus, dan terputus saat tidak ada arus. Fungsi *TDR* digunakan sebagai pengatur waktu saat *ON* atau *OFF*. Menurut mode kerjanya, dibagi menjadi *TDR* berdasarkan prinsip induksi motor dan *TDR* berdasarkan rangkaian elektronik. Jadi ketika sumber PLN memiliki *TDR* yang bekerja dengan adanya arus PLN, perlu beberapa saat sebelum dialirkan ke beban

agar tegangan dari PLN tidak melonjak ke motor induksi, mirip dengan sumber PLTS yang memiliki pendistribusian *TDR* ke beban. Sebelum bekerja ada waktu tertentu agar tegangan dari solar panel ke baterai ke inverter tidak loncat ke motor induksi.



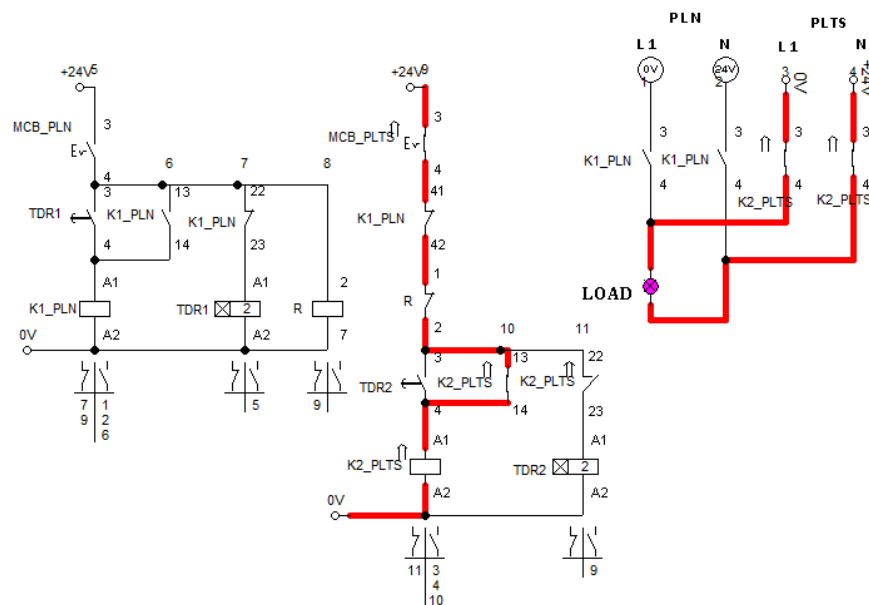
Gambar 4. Desain Sistem Kontrol ATS

Pada saat menunjukkan saat tombol *ON MCB PLN* diaktifkan maka, koil PLN aktif *mentrigger* kontak 2-7 *relay* dan kontak 22-23 akan bekerja bersamaan yang menghitung selama 2 detik menjadi *NC* setelah 2 detik maka kontak 2-7 dan kontak 22-23 yang semula *NC* menjadi *NO*. Setelah itu pada gambar 5 akan mengaktifkan *K1\_PLN* dan kontak 13-14 yang semula *NO* menjadi *NC* yang membuat beban motor induksi aktif dialiri suplai daya dari PLN.



Gambar 5. Saat PLN *ON* Motor Menyala

Pada saat tombol *ON MCB* PLTS diaktifkan maka, koil PLTS aktif akan mentrigger kontak 22-23 akan bekerja menghitung selama 2 detik menjadi *NC* setelah 2 detik maka kontak 22-23 yang semula *NC* menjadi *NO*. Setelah itu pada gambar 6 mengaktifkan *K2\_PLTS* dan kontak 13-14 yang semula *NO* menjadi *NC* yang membuat beban motor induksi aktif dialiri suplai daya dari PLTS. Fungsi *relay* dan *K1* pada jalur sistem kontrol PLTS berguna saat baterai mengalami pengosongan atau baterai habis maka dapat berpindah langsung ke sumber PLN supaya beban motor induksi dapat berjalan dengan normal.



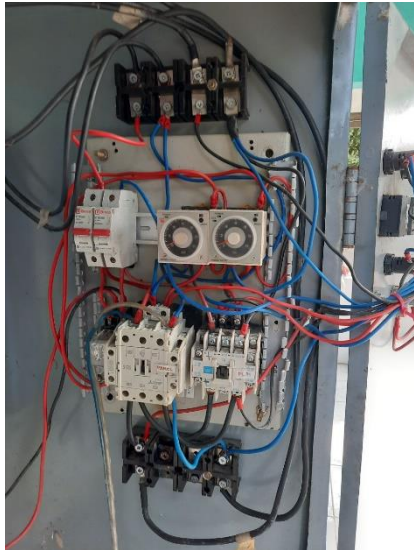
Gambar 6. Saat PLTS *ON* Motor Menyala

### 3.2 Rangkaian *Hardware* Implementasi *ATS*

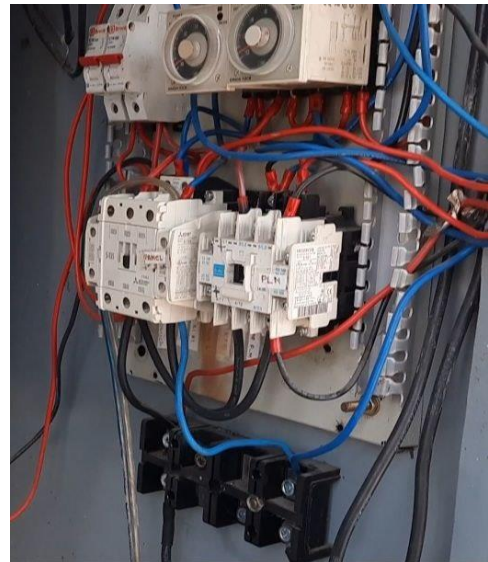
Rangkaian *ATS* pada sistem PLTS-PLN merupakan rangkaian kendali otomatis. Fungsi *LVD* (*Low Voltage Disconnect*) model HCW-M635 diimplementasikan dengan menggunakan relay LY2N dengan spesifikasi arus beban 10 A, tegangan kerja (tegangan kontak maksimum) 250 VAC, dan tegangan operasi (tegangan kontak maksimum) sebesar 28 VDC. Sebagai faktor penentu perpindahan catu daya dari PLTS ke PLN dan sebaliknya, nilai tegangan baterai diatur oleh dua tombol pada *LVD*. Selain itu, *LVD* memiliki fungsi untuk melindungi baterai dari pengosongan baterai, atau dapat mengatur *Depth Of Discharge (DOD)* agar baterai tidak terisi penuh. Agar berfungsi dengan baik, *LVD* membutuhkan daya *DC*, yang dapat diambil dari baterai atau terminal input inverter. Kontaktor magnetik



digunakan untuk menarik dan melepaskan kontak, digerakkan oleh pegas dorong. Saat digunakan pada *ATS*, kontaktor magnetik ini akan digabungkan dengan relay *DC*. Dalam komponen kontaktor dalam rangkaian *ATS* ini menggunakan 2 buah kontaktor dengan nilai 35 A dan 32 A. Jika *relay* mengidentifikasi baterai tegangan lemah maka kontaktor magnet akan berpindah secara otomatis ke beban motor induksi 1 *phasa* ke sumber PLN.



Gambar 7. Sistem *ATS* berada di PLTS



Gambar 8. Sistem *ATS* berada di PLN

Pada saat *ATS* di posisi kontaktor PLTS *ON*, maka baterai menyalurkan energi ke beban. Tetapi jika baterai tidak mencukupi, maka sistem akan dialihkan ke PLN secara otomatis. Sensor *LVD* (*low voltage disconnected*) akan aktif mendeteksi tegangan saat pemakaian terus-menerus. Selama *ATS* aktif, dengan sumber energi dari PLTS dan sumber energi dari PLN untuk menggerakkan pompa motor induksi supaya berjalan terus apabila digunakan.



Gambar 9. Rangkaian *Hardware* Secara Keseluruhan



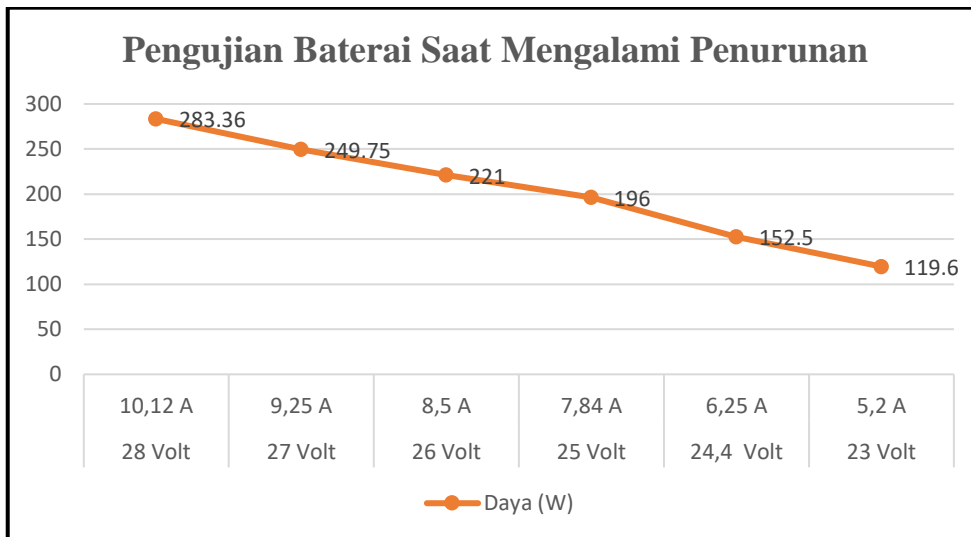
Gambar 10. Motor Induksi

### 3.3. Pengujian *Low Voltage Disconnect*

Dalam menentukan kapasitas baterai dapat diketahui dengan memberikan tegangan masukan dari sumber baterai langsung untuk mengukur kapasitas baterai. Pada komponen baterai yang digunakan *Lead-Acid* dengan spesifikasi 12 VDC 2x80 AH yang disusun secara seri. Ini dapat menentukan sensor *LVD* dalam mendeteksi produksi energi pada sistem PLTS. Untuk perubahan *setting* terendah baterai pada sensor *LVD* itu telah dilakukan percobaan mencapai 22 VDC. Hal ini untuk pengujian beban motor induksi akan dilayani oleh sumber PLN atau inverter. Berdasarkan hasil pengujian yang menggunakan multimeter digital untuk mengukur tegangan baterai dan *clampmeter* untuk mengukur arus baterai. Dalam menghubungkan beban motor induksi dengan inverter apabila posisi tegangan baterai sudah mencapai dari 24,4 VDC dan daya juga mengalami penurunan, saat disuplai PLTS daya sudah mencapai 196 W. Apabila tegangan baterai mencapai 24,4 VDC ke bawah maka suplai beban akan langsung pindah ke sumber PLN. Namun pada saat baterai mengalami pengisian, *LVD* akan membaca jika tegangan yang masuk terus bertambah mencapai 26,6 V dan daya juga mengalami kenaikan daya sudah mencapai 221,58 W. Apabila tegangan baterai mencapai 26,6 VDC keatas maka suplai beban akan pindah ke sumber PLTS.

Tabel 1. Pengujian Baterai Saat Mengalami Penurunan

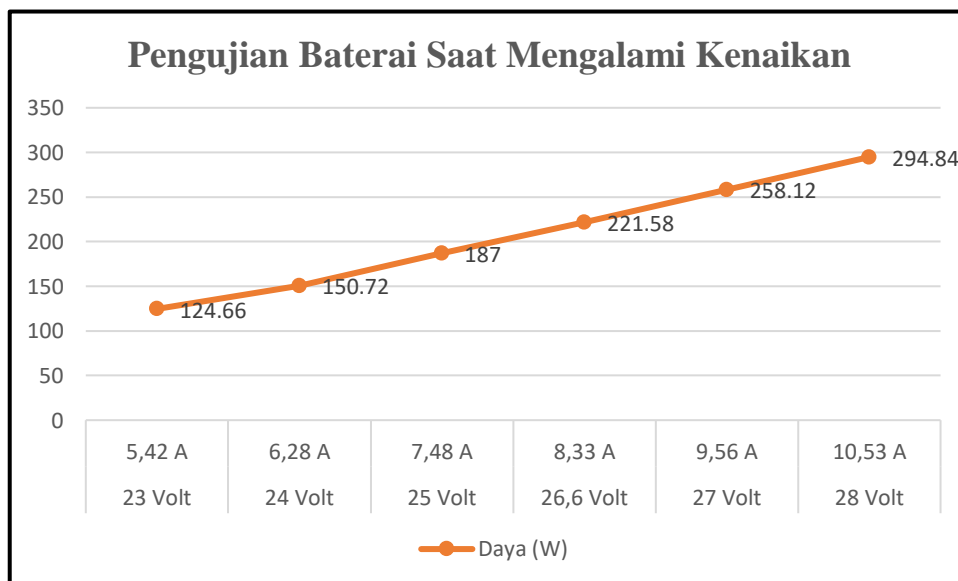
No	Tegangan Baterai	Arus Baterai (A)	Daya (W)	Suplai Beban Motor	
	VDC			PLTS	PLN
1	28 Volt	10,12 A	283,36	Hidup	Mati
2	27 Volt	9,25 A	249,75	Hidup	Mati
3	26 Volt	8,50 A	221	Hidup	Mati
4	25 Volt	7,84 A	196	Hidup	Mati
5	24,4 Volt	6,25 A	152,5	Mati	Hidup
6	23 Volt	5,20 A	119,6	Mati	Hidup



Gambar 11. Grafik Pengujian Baterai Saat Mengalami Penurunan

Tabel 2. Pengujian Baterai Saat Mengalami Kenaikan

No	Tegangan Baterai VDC	Arus Baterai (A)	Daya (W)	Suplai Beban Motor PLTS	PLN
1	23 Volt	5,42 A	124,66	Mati	Hidup
2	24 Volt	6,28 A	150,72	Mati	Hidup
3	25 Volt	7,48 A	187	Mati	Hidup
4	26,6 Volt	8,33 A	221,58	Hidup	Mati
5	27 Volt	9,56 A	258,12	Hidup	Mati
6	28 Volt	10,53 A	294,84	Hidup	Mati



Gambar 12. Grafik Pengujian Baterai Saat Mengalami Kenaikan

Ketika sensor *LVD* bekerja maka akan terus mendeteksi tegangan pada sumber PLTS. Jika masih memenuhi batas minimal tegangan yang digunakan pada sumber PLTS. Dari hasil grafik juga terdapat diketahui hasil dari pengujian baterai mengalami penurunan dan kenaikan. Sistem tersebut akan terus mengulang selama *ATS* aktif berkerja secara otomatis dengan memprioritaskan sumber energi PLTS sebagai sumber energi utama dan sumber energi PLN sebagai sumber energi cadangan.

Tabel 3. Pengujian Beban Motor Induksi

Waktu	Beban (Motor Induksi)			Daya R (W)	Cos $\phi$
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Semu (VA)		
9.00	224	1,11	248,64	182,6	0,73
9.30	224	1,19	266,56	183,5	0,7
10.00	225	1,15	258,75	183,5	0,7
10.30	224	1,1	246,4	180,5	0,72
11.00	224	1,15	257,6	176,6	0,73
11.30	225	1,13	254,25	186,6	0,7
12.00	225	1,18	265,5	182,7	0,73
12.30	225	1,12	252	183,5	0,72
13.00	223	1,14	254,22	170,5	0,72
13.30	224	1,12	250,88	178,5	0,73
14.00	224	1,11	248,64	182,6	0,73
14.30	224	1,1	246,4	185,8	0,73
15.00	225	1,13	254,25	177,5	0,72

Berdasarkan pengujian beban motor induksi pada tabel 3 diatas, yang menggunakan jenis 1 *phasa* dengan kapasitas 250 W dengan tegangan keluaran 220 VAC. Data yang diamati yaitu tegangan, arus, daya *real*, daya semu dan cos  $\phi$ . Dari hasil tabel diatas juga dapat dilihat rata-rata cos  $\phi$  dari beban motor induksi yaitu 0,72. Rata-rata daya *real* 181,11 W dan rata-rata daya semu 254,16 VA.

### 3.4. Hasil Gelombang Menggunakan Osiloskop

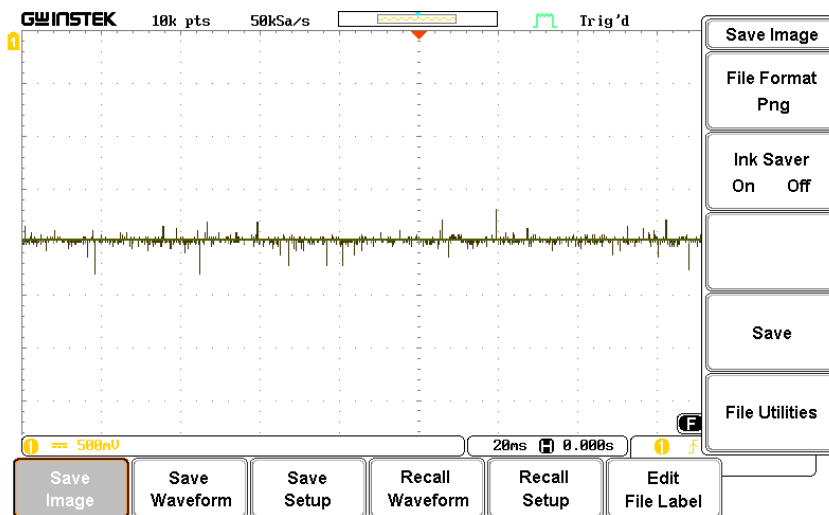
Pembangkitan sinyal pulsa pada perancangan ini berfungsi untuk melihat hasil inputan dan ouputan dari sumber energi PLTS dan sumber energi PLN. Untuk melihat hasil gelombang ini menggunakan osiloskop digital yang memiliki tipe

GDS-1120E dengan menggunakan *probe*, dimana *probe* mempunyai kutub positif dan kutub negatif. Pengukuran menggunakan sebuah *channel* osiloskop, osiloskop digital yang digunakan dapat menyimpan hasil tampilan pada layar. Pada inverter menggunakan tipe *Pure Sine Wave* dengan gelombang *output* berbentuk sinus. Inverter dapat mengubah tegangan *DC* menjadi *AC*. Pengujian inverter menggunakan beban dilakukan untuk menguji atau melihat kemampuan inverter dalam mensuplai beban motor induksi melalui pengukuran osiloskop. Pada Gambar 13 menunjukkan hasil pengamatan gelombang *input* inverter yang masih bertegangan *DC*, sedangkan pada Gambar 14 menunjukkan hasil pengamatan gelombang *output* dari inverter yang membentuk gelombang sinusoidal karena bertegangan *AC*.

Skala :

Volt/div :  $5 \times 10^{-1}$  V

Time/div :  $2 \times 10^{-2}$  s

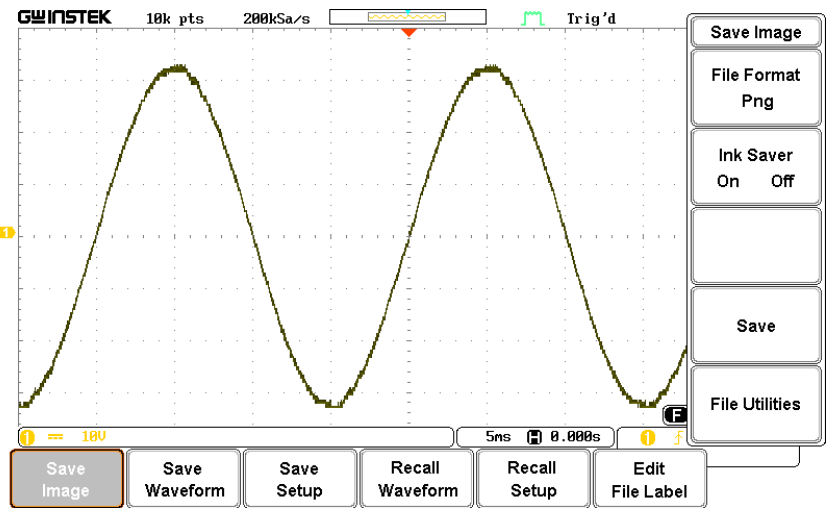


Gambar 13. Gelombang *Input* Inverter

Skala :

Volt/div : 10 V

Time/div :  $5 \times 10^{-3}$  s



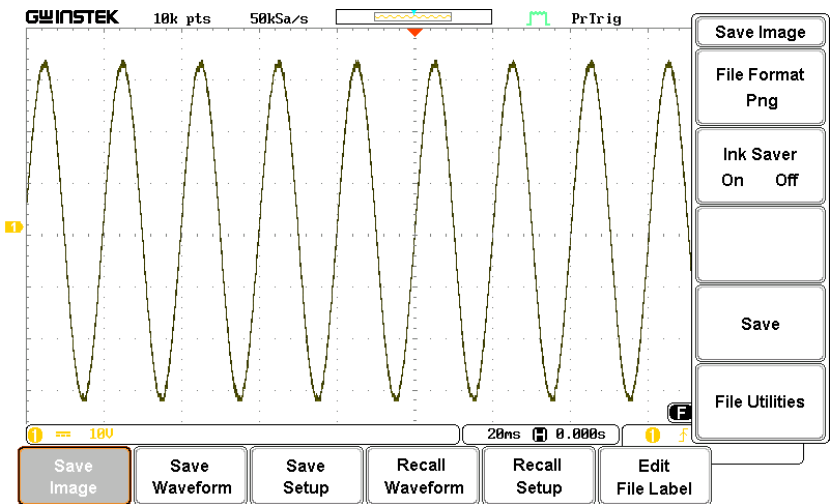
Gambar 14. Gelombang *Output* Inverter

Pada Gambar 15 dan Gambar 16 menunjukkan pengamatan hasil gelombang *input output* dari sumber energi PLN dengan keluaran gelombang sinusoidal hampir sempurna karena menghasilkan tegangan AC. Pada Gambar 15 menunjukkan pengamatan hasil gelombang apabila inverter dalam keadaan *OFF* tidak menghasilkan tegangan.

Skala :

Volt/div : 10 V

Time/div :  $2 \times 10^{-2}$  s

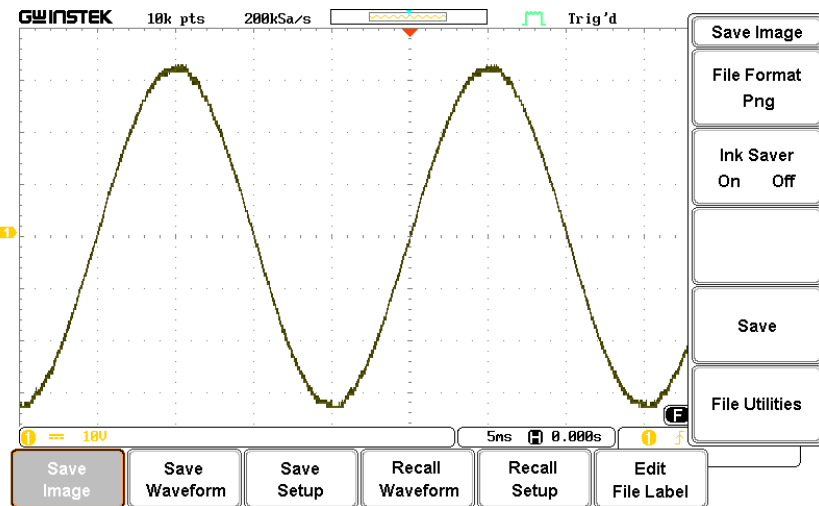


Gambar 15. Gelombang Input PLN

Skala :

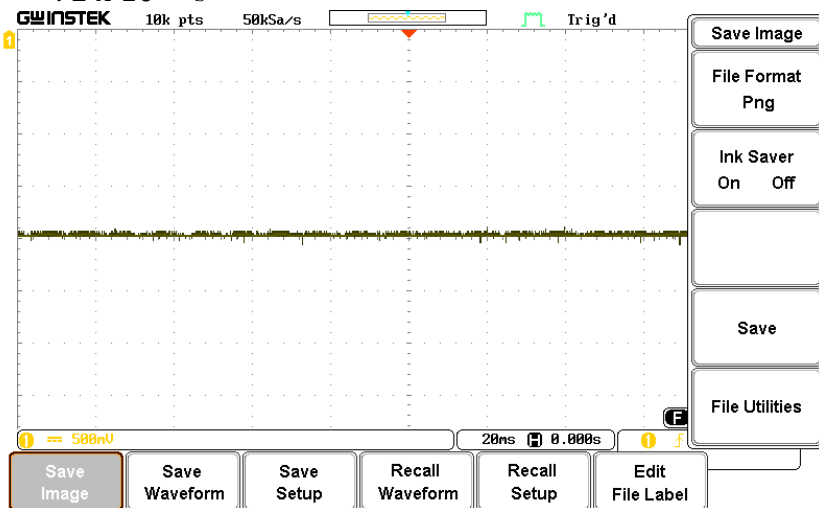
Volt/div : 10 V

Time/div :  $5 \times 10^{-2}$  s



Gambar 16. Gelombang *Output* PLN

Skala :  
 Volt/div :  $5 \times 10^{-1} \text{ V}$   
 Time/div :  $2 \times 10^{-2} \text{ s}$



Gambar 17. Gelombang Saat Inverter *OFF*

#### 4. PENUTUP

Kesimpulan mengenai tentang hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan desain dan implementasi *Automatic Transfer Switch* pada suplai daya hibrida PLN-PLTS maka dapat diambil kesimpulan bahwa saat posisi tegangan baterai sudah mencapai dari 24,4 *VDC* dan daya juga mengalami penurunan, saat disuplai PLTS daya sudah mencapai 196 W. Apabila tegangan baterai mencapai 24,4 *VDC* ke bawah maka suplai beban motor induksi akan otomatis pindah ke PLN. Tetapi pada saat baterai mengalami pengisian, *LVD* akan membaca jika tegangan yang masuk

terus bertambah mencapai 26,6 VDC dan daya juga mengalami kenaikan daya sudah mencapai 221,58 W. Apabila tegangan baterai mencapai 26,6 VDC keatas maka suplai beban akan pindah ke sumber PLTS. Rata-rata  $\cos \varphi$  dari beban motor induksi yaitu 0,72. Rata-rata daya *real* 181,11 W dan rata-rata daya semu 254,16 VA. Hasil pengamatan gelombang menggunakan osiloskop *output* inverter dan *output* PLN menghasilkan gelombang sinusoidal hampir sempurna karena pengaruh dari inverter yang menggunakan tipe *Pure Sine Wave*. Berdasarkan pengamatan sistem kinerja berjalan dengan baik dengan adanya rangkaian *ATS* yang dapat berpindah otomatis beban motor induksi ke sumber PLN ketika kondisi tegangan baterai PLTS melemah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, Y., Dipociala, D., Saleh, Z., & Oktaviani, W. (2023). Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Baterai Untuk PLTS. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 17(1), 44–51. <https://doi.org/10.23960/elc.v17n1.2420>
- Iqtimal, Z., & Devi, I. (2018). Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air. *Kitekro*, 3(1), 1–8.
- Mahfudz Hayusman, L., Saputera, N., & Negeri Banjarmasin, P. (2022). Studi Perencanaan Panel Kendali Plts-Pln Berdasarkan Kapasitas Baterai Untuk Plts Off-Grid. *Jurnal Sains Terapan*, 8(1).
- Majid, A. (2017). Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch (Ats) Sebagai Komponen Pelengkap Sistem HybridPln - Sel Surya. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), 1–9.
- Marhatang, M., Pangkung, A., & Tandioaga, R. (2022). Perancangan dan implementasi sistem kendali automatic transfer switch antara plts off-grid dengan jaringan pln. *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2022*, 144–149.
- Nugroho, I., & Jamaaluddin. (2021). Ats Hybrid System With Plts And Pln Power For Iot Based Hydroponic Pumps. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.21070/pels.v1i1.751>
- Pulungan, A. B., Sardi, J., Hamdani, H., & Hastuti, H. (2019). Pemasangan Sistem Hybrid Sebagai Penggerak Pompa Air. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(2), 35. <https://doi.org/10.24036/jtev.v5i2.106559>
- Sihombing, F., Siregar, L., & Sibarani, A. N. (2020). Studi Analisis Perubahan Putaran Motor Induksi 1 Fasa Akibat Output PLTS Aplikasi Kipas Angin. *Jurnal ELPOTecs*, 3(2), 7–14. <https://doi.org/10.51622/elpotecs.v3i2.466>
- Wijaya, A. R., & Lutfiyani, Z. (2021). Rancang Bangun Prototype Kendali Motor Pompa Tendon Air Dengan Automatic Transfer Switch (ATS) PLTS Dan PLN.



*JTERAF (Jurnal Teknik Elektro Raflesia)*, 1(2), 1–7.  
<http://ejournal.polraf.ac.id/index.php/JTERAF/article/view/55>