

JEEE: Journal of Educational Engineering and Environment

Arduino Radar Prototype Using Ultrasonic Sensor With C++ & Java Script Programming

Arif Dwi Wahyudi^a, Charis Fathul Hadi^b, Ratna Mustika Yasi^c

^a Student of Departement Electrical Engineering, University of PGRI Banyuwangi

^{b,c} Lecturer of Departement Electrical Engineering, University of PGRI Banyuwangi

arifdwiwahyudi86@gmail.com^a, charis@unibabwi.ac.id^b, ratna.mustika@unibabwi.ac.id^c

Open Access

Received 17th April 2026
Accepted 22th May 2026
Published 24th May 2026

Abstract: This research carried out the design and development of a prototype Phase Failure Detection system which. The Phase Failure Detection working system is that if there is a phase imbalance (R, S, T) that exceeds the value set by the software, it will provide information via LCD, LED indicator and buzzer (alarm). The voltage measurement value on the LCD (Contactor input voltage) is close to the voltage value measured using the AVOMeter. From the results of the research, 8 measurements were carried out in each phase, including a voltage of 220V - 196V in each phase R, S, T, and showed a maximum voltage error value for each phase of 0.50%, namely at a phase voltage of 199 volts. The voltage value shown by the AVOMeter is relatively the same as the voltage value shown by the LCD, so it can be concluded that the research results in the form of a prototype of this tool have a high level of accuracy because the percentage value of the allowable deviation coefficient, and when there is a deviation in the voltage value between Phases that exceeds 10%.

Keywords: PLN Network, NodeMCU ESP8266, Phase Failure Detection

Pendahuluan

Sistem listrik tiga fasa biasanya diterapkan pada jaringan listrik yang disuplai oleh perusahaan Listrik Negara, mulai dari pembangkit hingga jaringan tegangan rendah (JTR) di depan rumah konsumen, menggunakan kabel tiga fasa (R, S, T) dan kabel netral (N), atau sering disebut dengan kabel ground. Listrik tiga fasa memiliki tegangan 380 volt dan banyak digunakan pada sektor industri, pendidikan atau kesehatan. [1][2]. Perlu diketahui bahwa instalasi listrik tiga fasa ada beberapa syarat seperti, tegangan dan arus listrik tiga fasa harus sama [3][4]. Penyebab umum kerusakan motor listrik dan perangkat elektronik lain yang menggunakan daya tiga fasa adalah hilangnya arus dan tegangan pada salah satu fasa, hilangnya tegangan pada salah satu fasa menyebabkan perubahan sudut fasa. Motor atau beban bekerja terlalu keras dan cepat panas sehingga isolasi kumparan stator rusak dan terjadi hubungan pendek antar kumparan fasa sehingga menyebabkan motor listrik terbakar [5].

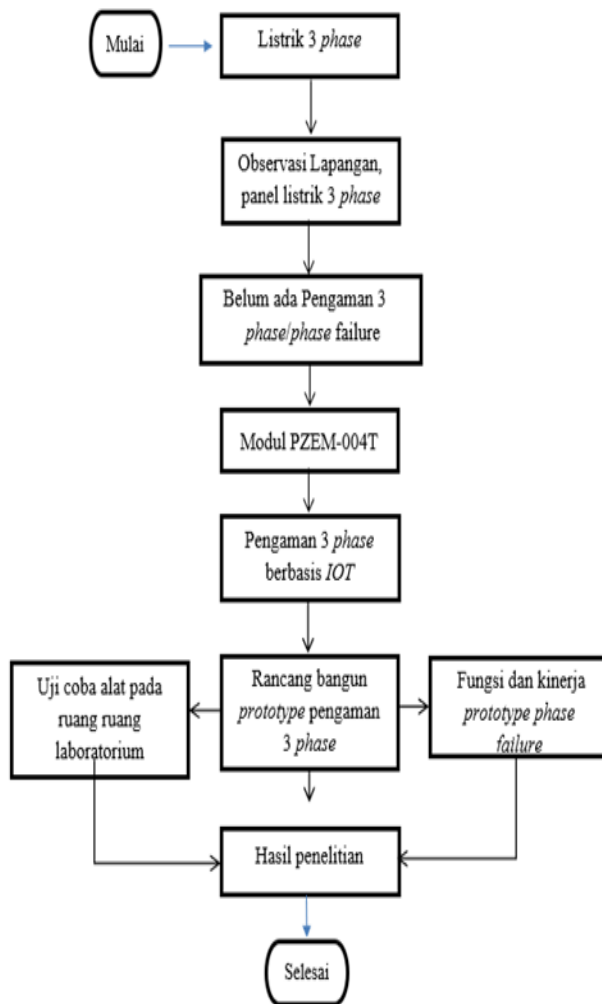
Pencegahan terjadinya kerusakan yang lebih besar perlunya dilakukan sebuah upaya pencegahan dan

monitoring untuk memantau besaran-besaran listrik seperti tegangan, arus, faktor daya, dan daya listrik yang dapat dijadikan bahan analisis [6], Serta dibuatkan sebuah sistem proteksi sebagai pengamanan terhadap kegagalan listrik 3 Phase atau biasa disebut *phase failure* [7][8].

Penelitian ini melakukan perancangan dan pembangunan sebuah purwa rupa/Prototype system Phase Failure Detection yang dapat berfungsi sebagai pengamanan, dapat memantau atau *monitoring* secara *realtime*, dan juga dapat mengontrol fungsi dari jarak jauh sebuah jaringan listrik 3 Phase menggunakan sistem android berbasis Internet Of Things [9], diprogram NodeMCU ESP8266 dan di tampilkan secara *real-time* [10]. Sistem kerja *phase failure detection* ini yaitu Jika terjadi ketidakseimbangan fasa (R, S, T) melebihi nilai yang ditetapkan oleh *software* (10% dari nilai tegangan normal), maka akan memberikan informasi melalui LCD, dan *buzzer* (alarm), sistem kontrol akan memutus ketiga aliran jalur phase [11]. Dengan adanya sistem ini, jika nilai tegangan tidak sesuai dengan set yang ditentukan maka sistem akan bekerja untuk memutus aliran listrik secara otomatis sehingga mengurangi resiko kerusakan pada beban yang menggunakan listrik 3 Phase. Penelitian ini menggunakan sistem otomatis dalam pemutusan kelistrikan ketika mengalami korsleting.

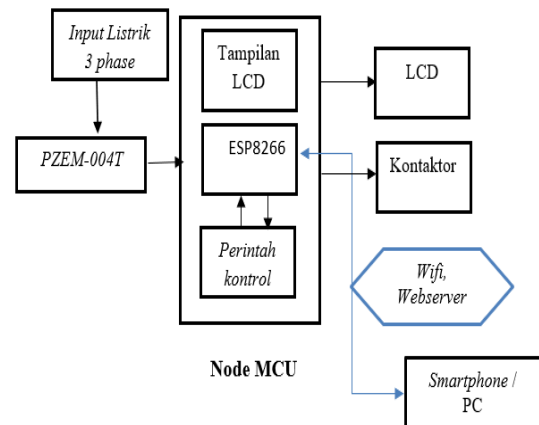
Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif, karena memenuhi persyaratan untuk menguji hubungan sebab akibat. Sedangkan desain penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

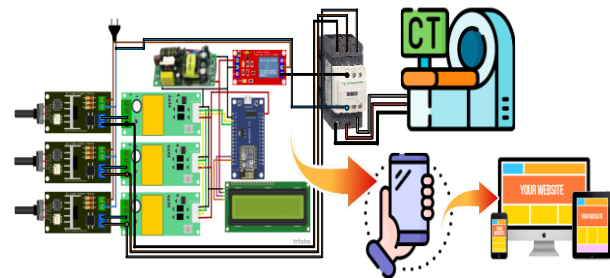


Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan beberapa langkah yaitu observasi, pencarian literatur pendukung, identifikasi permasalahan di lapangan, perencanaan sistem, pembuatan sistem, dan pengujian sistem. Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu avometer, solder, timah, tespen, tang, laptop. Sedangkan bahan penelitian NodeMCU ESP8266, box panel 45cmx 35 cm, modul PZEM- 004T – 100A, LCD 16x2, *low trigger relay*, kontaktor 32 A , Power Suplay 5V 1A, Kabel , LED indikator dan PCB Lobang.

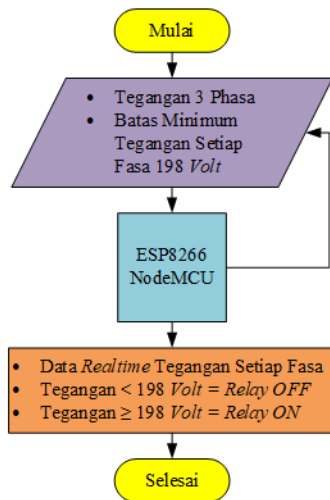


Gambar 2. Perancangan Software



Gambar 3. Perancangan Hardware

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan coding program melalui aplikasi Arduino IDE. Agar alat dapat terhubung dengan internet maka menggunakan *platform firebase* dan NodeMCU untuk membuat konsep IoT dan tampilan, menggunakan pemrograman berbasis *java script* dan menggunakan *software visual studio code*. Pada tampilan IOT dilengkapi dengan tombol kontrol, berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan sistem dari jarak jauh melalui layar *smartphone*. Hal ini juga sekaligus sebagai langkah pengamanan apabila terjadi ketidakseimbangan tegangan maka sistem akan memutuskan laju tegangan listrik dan untuk memulihkan kembali harus memastikan tegangan input sudah dalam keadaan aman dan stabil untuk kemudian dihidupkan kembali menggunakan sistem. *Flowchart* sistem



Gambar 4. Flowchart Sistem

Rancangan uji coba pengambilan data sesuai dengan alur diagram blok sistem yaitu pada tahapan awal menghidupkan alat *phase failure detection* maka dengan otomatis alat akan tersambung sesudah diprogram. Setelah alat tersambung langkah berikutnya adalah menyalakan aplikasi pada *smartphone* dengan mengklik icon aplikasi yang tertera pada *smartphone*, klik tombol on pada layar *smartphone* untuk memulai proses pengambilan data. Saat akan memproses pengambilan data maka selanjutnya buka aplikasi *phase failure detection*, akan secara otomatis menampilkan data pembacaan sistem secara *real time*. Baik pada LCD maupun layar *smartphone*. Untuk melakukan simulasi penurunan tegangan, alat ini telah dilengkapi oleh sebuah simulator untuk menurunkan tegangan berupa knob yang dapat diputar. Memutar knob tersebut maka akan menurunkan tegangan *input*, penurunan tegangan akan dibaca oleh sensor PZEM-004T yang kemudian dibaca dan diolah oleh NodeMCU ESP8266, selanjutnya data di kirim melalui *web server*. Saat proses ini ESP8266 juga akan membandingkan nilai setting yang telah masukkan dalam software untuk menjalankan fungsi *phase failur*. Adapun fungsi *phase failur* adalah ketika salah satu atau ketiga tegangan pada masing masing *phase* memiliki selisih lebih dari 10 %, maka alat secara otomatis akan mematikan memutus ketiga jalur *Phase* dengan cara mematikan input tegangan kontaktor. Pengukuran dilakukan dengan mengukur tegangan input kontaktor/output *dimmer* menggunakan avometer kemudian nilainya akan dibandingkan dengan nilai yang ditampilkan pada LCD. Nilai yang ditampilkan pada LCD

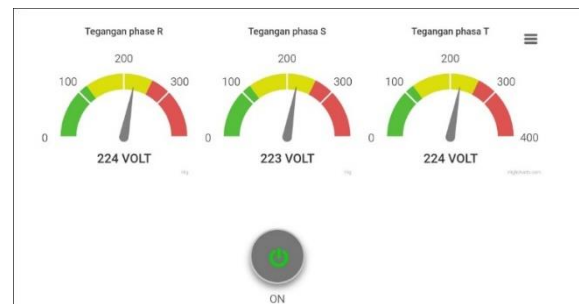
merupakan nilai hasil pengukuran data dari sensor yang diolah oleh *microcontroller* menggunakan Arduino.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merancang dan membangun sistem dalam sekala prototipe atau purwarupa, sesuai dengan diagram alir Gambar 5. Setelah perangkat keras dan perangkat lunak diimplementasikan, masing-masing bagian diuji untuk memastikan keberhasilan dan fungsionalitas dapat sejalan dengan tujuan penelitian



Gambar 5. Hardware Prototype Phase Failure



Gambar 6. Tampilan IoT Landscape

Data yang diambil adalah data *monitoring* dan sistem kontrol, dengan melakukan uji coba langsung, selanjutnya data hasil uji dimasukkan dalam tabel . Data *monitoring* diperoleh dari pengukuran tegangan *input* menggunakan avometer, selanjutnya dibandingkan dengan hasil tegangan yang diukur oleh sensor PZEM-004T yang ditampilkan pada LCD. Untuk pengambilan

data sistem kontrol diperoleh dari uji kinerja. Hasil pengambilan data adalah sebagai berikut:

Akurasi *monitoring prototype phase failure detection* ditentukan dengan nilai error. Presentase tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% Error = \frac{\text{Nilai Tegangan Avo} - \text{Nilai Tegangan LCD}}{\text{Nilai Tegangan Avo}} \times 100\%$$

(1)

Akurasi *prototype phase failure detection* pada Phase R

1. Tegangan 220 Volt
 $\% Error = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0,455\%$
2. Tegangan 217 Volt
 $\% Error = \frac{217 - 217}{217} \times 100\% = 0\%$
3. Tegangan 214 Volt
 $\% Error = \frac{214 - 213}{214} \times 100\% = 0,467\%$
4. Tegangan 211 Volt
 $\% Error = \frac{211 - 210}{211} \times 100\% = 0,474\%$
5. Tegangan 208 Volt
 $\% Error = \frac{208 - 206}{208} \times 100\% = 0,962\%$
6. Tegangan 205 Volt
 $\% Error = \frac{205 - 205}{205} \times 100\% = 0\%$
7. Tegangan 202 Volt
 $\% Error = \frac{202 - 200}{202} \times 100\% = 0,990\%$
8. Tegangan 199 Volt
 $\% Error = \frac{199 - 198}{199} \times 100\% = 0,503\%$

Sedangkan untuk eror rata rata menggunakan rumus :

$$\frac{\sum \text{error phase R}}{n}$$

$$\frac{3,851}{8} = 0,481\%$$

Akurasi *prototype phase failure detection* pada phase S

1. Tegangan 220 Volt
 $\% Error = \frac{220 - 218}{220} \times 100\% = 0,909\%$
2. Tegangan 217 Volt
 $\% Error = \frac{217 - 216}{217} \times 100\% = 0,461\%$
3. Tegangan 214 Volt
 $\% Error = \frac{214 - 213}{214} \times 100\% = 0,467\%$
4. Tegangan 211 Volt

$$\% Error = \frac{211 - 210}{211} \times 100\% = 0,474\%$$

5. Tegangan 208 Volt
 $\% Error = \frac{208 - 208}{208} \times 100\% = 0\%$
6. Tegangan 205 Volt
 $\% Error = \frac{205 - 204}{205} \times 100\% = 0,488\%$
7. Tegangan 202 Volt
 $\% Error = \frac{202 - 201}{202} \times 100\% = 0,495\%$
8. Tegangan 199 Volt
 $\% Error = \frac{199 - 198}{199} \times 100\% = 0,503\%$

Nilai eror rata rata adalah :

$$\frac{3,797}{8} = 0,474\%$$

Akurasi *prototype phase failure detection* pada Phase T

1. Tegangan 220 Volt
 $\% Error = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0,455\%$
2. Tegangan 217 Volt
 $\% Error = \frac{217 - 216}{217} \times 100\% = 0,461\%$
3. Tegangan 214 Volt
 $\% Error = \frac{214 - 213}{214} \times 100\% = 0,467\%$
4. Tegangan 211 Volt
 $\% Error = \frac{211 - 210}{211} \times 100\% = 0,474\%$
5. Tegangan 208 Volt
 $\% Error = \frac{208 - 207}{208} \times 100\% = 0,481\%$
6. Tegangan 205 Volt
 $\% Error = \frac{205 - 205}{205} \times 100\% = 0\%$
7. Tegangan 202 Volt
 $\% Error = \frac{202 - 202}{202} \times 100\% = 0\%$
8. Tegangan 199 Volt
 $\% Error = \frac{199 - 198}{199} \times 100\% = 0,503\%$

Nilai *error* rata rata adalah :

$$\frac{2,841}{8} = 0,355\%$$

Perhitungan di atas dapat dianalisis bahwa fungsi atau kinerja sistem *monitoring* pada *prototype* ini bekerja dengan baik karena memiliki nilai *error* yang rendah tidak lebih dari 0,5 %, hasil ukur sensor linear dan cenderung stabil dan mendekati sama dengan hasil pengukuran avometer.

Terdapat selisih nilai pengukuran hal ini disebabkan oleh hasil kalibrasi sensor yang tidak sempurna dan setiap avometer memiliki nilai error. Teknik ini digunakan untuk menguji kinerja sistem kontrol, dan menguji pengaruh ketidakseimbangan antar fasa terhadap kondisi kontaktor yaitu dengan melakukan rakayasa menaikkan dan menurunkan tegangan pada nilai tegangan tertentu. Hasil percobaan pengukuran dan respon kontaktor dituliskan ke dalam tabel 2.

Percobaan 1-5, dilakukan rekayasa penurunan tegangan pada *Phase S* dengan cara memutar dimmer secara bertahap hingga mencapai tegangan minimum yaitu pada 198 volt, sedangkan untuk *Phase S* dan *Phase T* tetap pada tegangan 220 V, ketika *Phase R* tepat pada tegangan 197 Volt atau dibawah seting minimum tegangan (≥ 198 volt) secara otomatis Esp-8266 akan memberikan perintah untuk memutus *Low Trigger relay* dan kontaktor, sehingga saat kondisi tersebut tegangan 3 *Phase* tidak mengalir. Percobaan 6-9, dilakukan rekayasa penurunan tegangan pada *Phase S* dengan cara memutar dimmer secara bertahap hingga mencapai tegangan minimum yaitu pada 198 volt, sedangkan untuk *Phase R* dan *Phase T* tetap pada tegangan 220 V.

Ketika *Phase R* tepat pada tegangan 197 Volt atau di bawah seting minimum tegangan (≥ 198 volt) secara otomatis Esp-8266 akan memberikan perintah untuk memutus *low trigger relay* dan kontaktor, sehingga saat kondisi tersebut tegangan 3 *Phase* tidak mengalir. Percobaan 10-13, dilakukan rekayasa penurunan tegangan pada *Phase T* dengan cara memutar dimmer secara bertahap hingga mencapai tegangan minimum yaitu pada 198 volt, sedangkan untuk *Phase R* dan *Phase S* tetap pada tegangan 220 V, ketika *Phase T* tepat pada tegangan 197 Volt atau dibawah seting minimum tegangan (≥ 198 volt) secara otomatis Esp-8266 akan memberikan perintah untuk memutus *Low Trigger relay* dan kontaktor, sehingga saat kondisi tersebut tegangan 3 *Phase* tidak mengalir.

Hasil percobaan tersebut menunjukkan hasil uji ketidakseimbangan tegangan, ketika tegangan pada salah satu *Phase* mengalami ketidakseimbangan tegangan maka secara otomatis sistem kontrol akan memutus ketiga aliran tegangan yang melalui kontaktor. Penambahan fitur tombol ON/OFF digunakan untuk mengaktifkan atau mematikan sistem secara jarak jauh yang dapat diakses melalui *web server* atau *android*. Dapat dinyatakan sistem kontrol berfungsi dengan baik

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Nilai pengukuran tegangan rata-rata pada LCD mendekati nilai tegangan rata-rata pada AVOMeter.
2. Nilai *error* rata rata tegangan setiap *Phase* antara lain *Phase R* : 0,481 %, *Phase S* : 0,474%, *Phase T* : 0,355%.
3. Nilai *Error* tertinggi maksimal 0,481 % yaitu pada tegangan *Phase R*, dan Nilai *Error* terendah pada *Phase T* sebesar 0,355%
4. Nilai tegangan yang ditunjukkan oleh Avometer Relatif sama seimbang dan linear dengan nilai tegangan yang ditunjukkan oleh LCD, sehingga nilai persentase ketidakseimbangan tidak melebihi 10%
5. Sistem kontrol *Phase Failure* dapat berfungsi dengan baik, dan mampu memutus tegangan dari ketiga *Phase* saat salah satu atau ketiga *Phase* mengalami penurunan tegangan melebihi 10 % dari nilai setting
6. Masih ditemukannya jeda atau delay pada pengiriman data karena hanya menggunakan 1 unit NodeMCU ESP8266. Terutama saat dilakukan kontrol jarak jauh menggunakan tombol ON/OFF mengalami *delay* perintah kurang lebih 2 detik

Daftar Pustaka

- [1] R. Budi and W. Suryono, "Monitoring Fasa Dan Daya Wemos D1 Mini Menggunakan Smartphone," *Prosiding SNITP (Seminar ...)*, 2020.
- [2] R. Vaswani and R. A. Kusuma, "Analisa Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Dengan Sistem Single Wire Earth Return Untuk Wilayah Tertinggal, Terdepan Dan Terluar," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.52447/jkte.v7i1.5888.
- [3] S. Hariyadi, H. Hartono, R. I.S., S. Setiyo, and S. Julaihah, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Aliran Daya Listrik Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Iot," *Jurnal Penelitian*, vol. 8, no. 2, pp. 151–164, 2023, doi: 10.46491/jp.v8i2.1501.

- [4] R. H. Hervan Fernando Sitorus, armansyah, "Pemeliharaan Motor Induksi 3 Fasa Tegangan 380 V Pada GT 2.1 di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Belawan," *JET (Journal of Electrical ...*, vol. 1099, pp. 119–123, 2022.
- [5] F. M. Noor and A. F. Rahman, "Studi Penerapan Integrasi Sumber Energi Baru Terbarukan dengan Smart grid dan Sistem Pengendalian SCADA," *Prosiding Industrial Research Workshop ...*, pp. 526–532, 2023.
- [6] B. Sasongkojati and M. Fatkhurrohman, "Analisis Prinsip Kerja Panel Sinkron Genset dengan Modul DEIF AGC-150 pada PT Tiga Kreasi Indonesia," 2024.
- [7] M. Ridwan, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis IoT," *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*, vol. 4, no. 1, pp. 35–39, 2021, doi: 10.59061/jsit.v4i1.94.
- [8] D. N. Yuniar, F. T. Syifa, and N. A. Zen, "Sistem Monitoring Kekeruhan Air dan Kontrol Pintu Pembuangan Irigasi Sawah menggunakan Blynk," 2022.
- [9] W. W. Sakti, K. Anam, S. B. Utomo, B. Marhaenanto, and S. Nahela, "Artificial Intelligence IoT based EEG Application using Deep Learning for Movement Classification," in *2021 8th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 2021, pp. 192–196. doi: 10.23919/EECSI53397.2021.9624269.
- [10] N. Kalbuana and B. Kurnianto, "Design of Microcontroller Sensor-Based Smoke Detection System as an Effort for Fire Prevention Desain Sistem Deteksi Asap Berbasis Sensor Mikrokontroler Sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran," vol. 4, no. January, pp. 266–272, 2024.
- [11] PUIL, "PerPUIL. (2000). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). Standar Nasional Indonesia DirJen Ketenagalistrikan, 2000(Puil), 562.syaratn Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)," *Standar*

Nasional Indonesia DirJen

Ketenagalistrikan, vol. 2000, no. Puil, p. 562, 2000.