

PROTOTYPE SISTEM REMINDER ALARM SWITCH LOCAL REMOTE PADA GARDU TENGAH

¹ Padmundana, ² Budiono

Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo,
padmundana@itbu.ac.id , budiono@itbu.ac.id

Abstrak

Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) sangat dibutuhkan terutama dalam fungsinya untuk mempercepat manuver gangguan yang akan mengurangi lama padam akibat gangguan yang berarti dapat mengurangi kWh tak terjual. Kinerja SCADA pada bidang fasilitas operasi dihitung berdasarkan ketersediaan atau availability perangkat SCADA yang terpasang pada remote station berdasarkan waktu. Namun seringkali terjadi kegagalan Remote Control (RC) yang disebabkan karena posisi switch local / remote kubikel dalam keadaan local sangat mengganggu kehandalan sistem SCADA. Sehingga sistem SCADA mengalami kegagalan RC, imbasnya operasi manuver gangguan harus dilakukan dengan cara manual dan dalam hal ini akan meningkatkan nilai System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dan Energy Not Served (ENS). Dalam penelitian ini diusulkan sebuah prototipe penggunaan Reminder Alarm berupa pemberitahuan posisi switch yang masih pada posisi local melalui speaker. Pada implementasinya, Limit Switch yang di taruh pada bagian atas pintu gardu akan membuat speaker tersebut berbunyi apabila pintu gardu tertutup, sehingga diharapkan petugas yang melakukan pemeliharaan di gardu tersebut dapat memposisikan switch local / remote kembali ke posisi remote sebelum meninggalkan lokasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat prototipe sistem reminder alarm switch local remote pada gardu tengah, yang nantinya di implementasikan sebagai pengingat petugas untuk memposisikan kembali switch local remote kubikel ke posisi local setelah melakukan pemeliharaan gardu. Diharapkan dari prototipe ini dapat mambantu menghilangkan faktor penyebab gagal RC karena posisi switch kubikel dalam kondisi local yang secara otomatis meningkatkan kehandalan sistem SCADA dalam menunjang keberhasilan RC. Secara finansial implementasi penelitian ini juga diharapkan meningkatkan kehandalan sistem SCADA dengan peralatan yang low cost namun memiliki high impact dalam pengoperasian sistem SCADA. Prototipe sistem reminder alarm switch local remote telah berhasil dirancang menggunakan perangkat keras seperti selector switch, limit switch, buzzer, dan mikrokontroler ESP32, serta perangkat lunak Arduino IDE. Sistem ini mampu mendeteksi kondisi pintu gardu dan posisi selector switch, dengan output berupa buzzer dan notifikasi melalui aplikasi Blynk. Berdasarkan pengujian, sistem dapat membedakan kondisi normal dan alarm, memberikan peringatan yang efektif, serta menawarkan solusi hemat biaya. Implementasi sistem ini berpotensi meningkatkan keandalan SCADA, mempercepat manuver gangguan, dan mengurangi kWh tak terjual.

Kata Kunci: SCADA, Remote Control, Kehandalan, Switch Local/Remote, Speaker.

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur kelistrikan di wilayah Indonesia dikelola oleh PT PLN (Persero) untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh wilayah Indonesia. Unit Induk Distribusi Banten PT PLN (Persero) merupakan divisi yang bertugas mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah pada 20 kV yang beralih ke tegangan rendah 220V di Provinsi Banten. Dalam pengawasan jaringan distribusi, Unit Pelaksana dan Pengatur Distribusi (UP2D) ditetapkan sebagai entitas yang bertanggung jawab atas

manajemen operasional dan konfigurasi Gardu Gardu 20 kV serta jaringan distribusi 20 kV, memanfaatkan kontrol pengawasan manual dan jarak jauh melalui sistem SCADA.

PT PLN (Persero) UP2D Banten telah menggunakan sistem SCADA sejak tahun 2016. Sampai saat ini, teknologi SCADA senantiasa berkembang baik dari sisi software maupun hardware. Oleh karena itu PT PLN (Persero) UP2D Banten selaku pengelola operasi dan pemeliharaan SCADA senantiasa pula mengembangkan teknologi SCADA-nya untuk

mengimbangi perkembangan teknologi mutakhir. Sistem SCADA sangat diperlukan fungsinya dalam mempercepat manuver ketika terjadi gangguan sehingga mengurangi lamanya padam serta mengurangi angka kWh tak terjual. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) adalah sebuah sistem komputer dan sistem komunikasi terintegrasi yang memiliki fungsi untuk memantau, mengendalikan, serta memperoleh data dari peralatan proses secara real-time dari lokasi yang jauh. (B. E. Keni, 2015)

Sistem SCADA pada titik tengah penyulang sering disebut sebagai gardu Remote Control (RC) titik tengah, selanjutnya disebut Middle Point (MP). Dalam penggunaannya, sistem scada pada gardu *Middle Point* (MP) juga sering mengalami kegagalan, antara lain kegagalan remote kubikel. Kegagalan remote kubikel pada gardu *Middle Point* (MP) sering disebabkan karena tidak memposisikan switch local / remote pada kubikel kembali ke posisi remote apabila selesai melakukan pemeliharaan.

Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat prototipe sistem reminder alarm switch local remote pada gardu tengah, yang nantinya di implementasikan sebagai pengingat petugas untuk memposisikan kembali switch local remote kubikel ke posisi remote setelah melakukan pemeliharaan gardu.

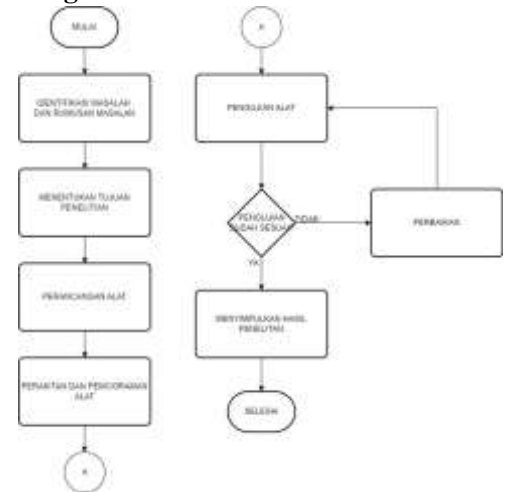
2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini digolongkan penelitian Jenis penelitian yang digunakan dalam pembuatan prototipe sistem reminder alarm ini adalah penelitian eksperimental. Penelitian eksperimental dilakukan dengan merancang, membuat, dan menguji untuk mengembangkan sebuah prototipe sistem yang dapat memberikan peringatan terkait posisi switch local remote kubikel pada gardu tengah. Penelitian ini diarahkan untuk memecahkan masalah praktis, yaitu kegagalan Remote Control (RC) akibat posisi switch local remote kubikel pada

gardu tengah yang masih dalam posisi local.

2.2 Diagram Alir



Gambar 1 Diagram Alir

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Langkah awal penelitian dimulai dengan membuat perencanaan alat penelitian. Selanjutnya dilakukan pembuatan alat berdasarkan perencanaan yang dibuat dan dilanjutkan dengan pengujian alat.

2.3 Tahapan Penelitian

Pada tahap penelitian ini ada beberapa pokok pembahasan yang akan digunakan dan dapat dilihat pada blok diagram berikut.



Gambar 2 Blok Diagram Prototipe

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

2.4 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini terbagi menjadi beberapa bagian, sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pencarian referensi-referensi dari teori yang bersangkutan dengan judul, masalah perancangan, tujuan perancangan, dan metode. Teori-teori yang dibahas didapatkan mulai dari

buku, jurnal maupun dari sumber-sumber lain yang relevan.

2. Tahapan Survei

Dengan survei langsung ke lapangan agar dapat diketahui kondisi sebenarnya di lapangan sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perancangan prototipe sistem *reminder alarm switch local remote* pada Gardu tengah.

3. Tahapan Desain

Mendesain sistem dan alat yang akan dirancang untuk mengembangkan sistem *reminder alarm switch local remote* pada Gardu tengah.

4. Tahapan Implementasi

Melakukan perakitan menghubungkan antara modul dan memprogram ESP32 melalui *software* Arduino IDE.

5. Tahapan Pengujian

Melakukan pengujian prototipe sistem *reminder alarm switch local remote* pada Gardu tengah menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan *limitswitch* dan *selector switch* yang terintegrasi pada aplikasi Blynk secara *real time* dan mengerjakan *buzzer* saat pintu miniatur gardu tertutup namun *selector switch* masih pada posisi *local*.

2.5 Peralatan Penelitian

Dalam melakukan perancangan prototipe sistem *reminder alarm switch local remote* pada Gardu tengah, penulis menggunakan beberapa peralatan hardware dan software untuk membantu dan menunjang perancangan ini, yaitu :

- Perangkat keras :
 1. Mikrokontroler ESP32 (1 buah)
 2. Limitswitch (1 buah)
 3. Selector Switch (2 buah)
 4. Buzzer (1 buah)

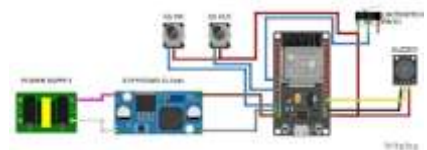
- Perangkat Lunak :
 1. Arduino IDE
 2. Blynk IoT
- Bahan pendukung :
 1. Miniatur Gardu dari akrilik (1 buah)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Penelitian

Perancangan peralatan dari prototipe ini mencakup langkah-langkah perakitan antara perangkat keras dengan pengaturan perangkat lunak sebagai berikut:

- Rangkaian pada perangkat keras :
 1. *Selector switch* dipasang pada miniatur kubikel yang ada didalam miniatur ruangan gardu sebagai *input*.
 2. *Limitswitch* dipasang dikusen atas pintu miniatur gardu sebagai *input*.
 3. *Buzzer* dipasang diatas pintu miniatur gardu sebagai *output*.
 4. *Selector switch*, *Limitswitch*, dan *Buzzer* disambungkan ke modul mikrokontroler ESP32.

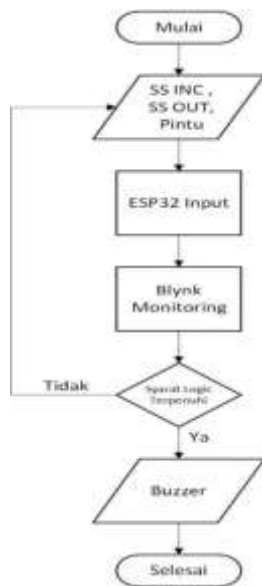


Gambar 3 Rangkaian perangkat keras

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

- Pemrograman perangkat lunak :
 1. Menggunakan Arduino IDE untuk memprogram logika sistem.
 2. Logika mencakup pengolahan sinyal dari kontak NO/NC yang ada pada *Selector switch* dan *limitswitch* untuk menyalakan *buzzer*.
 3. Program mengirim notifikasi ke aplikasi Blynk.

3.2 Flowchart Reminder Alarm Switch Local Remote



Gambar 4 Flowchart Reminder Alarm Switch Local Remote

Sumber: Penelitian Mandiri 2026

Pada gambar 4 merupakan proses kerja dari perancangan dan program yang telah dibuat, berikut penulis akan menjabarkan penjelasan dari beberapa proses tersebut.

1. Mulai

Proses dimulai dengan mempersiapkan program. Program akan mulai membaca *input* dari perangkat terkait.

2. Input *Selector switch* (SS) dan *limitswitch* pintu

Sistem memonitor beberapa parameter penting, yaitu:

- *SS Incoming* : Posisi *selector switch* local.
- *SS Outgoing* : Posisi *selector switch* remote.
- *Limitswitch* Pintu: Status pintu gardu (terbuka atau tertutup).

Sistem akan memproses data yang diperoleh dari perangkat terkait untuk menentukan langkah berikutnya.

3. ESP32 Input

Data yang dikumpulkan dari posisi *switch* dan kondisi pintu akan dikirim ke

ESP32, yang bertindak sebagai mikrokontroler utama dalam sistem. ESP32 memproses data untuk menentukan apakah kondisi yang diukur sesuai dengan logika yang telah ditentukan.

4. Monitoring Aplikasi Blynk

Data dari ESP32 juga akan diteruskan ke aplikasi Blynk untuk keperluan monitoring. Petugas dapat memantau kondisi sistem melalui aplikasi ini, seperti status posisi *switch* dan kondisi pintu gardu.

5. Syarat Logika Terpenuhi

Sistem memeriksa apakah syarat logika telah terpenuhi, yaitu:

- Pintu gardu dalam kondisi tertutup.
- *Selector switch* di Incoming maupun Outgoing dua-duanya berada pada posisi *local*, ataupun salah satu dari *Selector Switch* pada posisi *local*.
Jika syarat logika terpenuhi, sistem akan mengaktifkan alarm melalui *buzzer* dan memberikan notifikasi pada aplikasi Blynk. Jika tidak terpenuhi, sistem akan kembali memantau *input* dari perangkat terkait (*looping* ke awal).

6. Buzzer

Jika kondisi alarm terpenuhi, *buzzer* akan menyala untuk memberikan peringatan kepada petugas bahwa posisi *selector switch* perlu diubah ke posisi *remote* ketika pintu mau di tutup. Selain itu, notifikasi juga akan dikirimkan melalui aplikasi Blynk sebagai pengingat tambahan.

7. Selesai

Proses berakhir setelah alarm dari *buzzer* berbunyi dan kondisi sistem dipantau kembali untuk memastikan bahwa jika posisi *selector switch* sudah diubah ke *remote*, sistem akan kembali ke kondisi awal.

Diagram ini menggambarkan alur logika yang sistematis dalam mengidentifikasi dan memberikan peringatan untuk posisi *switch local remote kubikel* pada gardu tengah yang harus dipastikan lagi ke posisi *remote* ketika mau menutup pintu.

3.3 Hasil Perancangan Keseluruhan

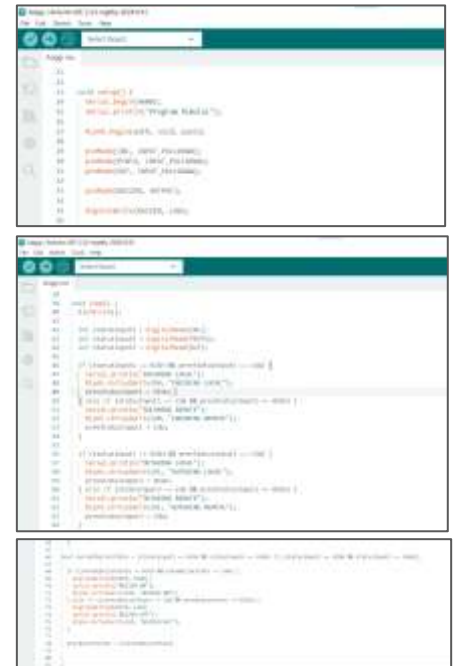
Hasil perancangan prototipe sistem reminder alarm switch local remote pada Gardu Tengah menggunakan miniature bangunan gardu dengan akrilik dan beberapa perangkat pendukung lainnya. Untuk melakukan analisa perlu dilakukan pengujian tersebut yang terdiri dari pengujian perangkat keras dan perangkat lunak.



Gambar 5 Hasil perancangan prototipe
Sumber: Penelitian Mandiri 2026

3.4 Pengujian Software

Prototipe sistem reminder alarm switch local remote pada Gardu Tengah ini bekerja dengan didukung sebuah perangkat lunak (software) yang diprogram menggunakan sebuah aplikasi yaitu Arduino IDE. Setelah pemrograman selesai dan tidak terdapat error, maka program di upload dan rangkaian sistem ini dapat dijalankan sesuai fungsinya.



Gambar 6 Pengujian software secara keseluruhan
Sumber: Penelitian Mandiri 2026

Untuk memastikan parameter pada Arduino IDE, terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan :

1. Pastikan kode yang ditulis sudah benar. Penulis bisa mengklik ikon *Verify* (centang) di bagian atas untuk memeriksa apakah ada kesalahan dalam kode.
2. Setelah itu, klik *Upload* untuk mengirimkan kode ke ESP32 (*board*)

Dengan mengikuti langkah-langkah di atas, penulis dapat memastikan parameter yang digunakan di Arduino IDE sudah benar dan sesuai dengan perangkat yang dikerjakan

3.5 Pengujian Logic Sistem

Pengujian prototipe sistem reminder alarm switch local remote pada Gardu tengah bertujuan untuk memastikan bahwa sistem alarm dapat berfungsi dengan baik dalam mendeteksi kondisi pintu gardu yang terbuka atau tertutup, baik pada saat

posisi selector switch local maupun remote. Pengujian ini juga dapat memberikan notifikasi kepada operator melalui indikator output (buzzer atau Blynk). Berikut rangkaian logika yang dibangun dari input Selector switch dan input Limitswitch untuk mengaktifkan output yaitu buzzer.

Tabel 1 Pengujian Logic Sistem

No	Kubikel Incoming		Kubikel Outgoing		Limitswitch	Output (buzzer / Blynk)
	Local	Remote	Local	Remote		
1.	1	0	0	1	0	0
2.	1	0	0	1	1	1
3.	1	0	1	0	1	1
4.	0	1	0	1	0	0
5.	0	1	0	1	1	0
6.	0	1	1	0	1	1
7.	1	0	1	0	0	0

Keterangan :

➤ Limitswitch :

- 0 = Pintu terbuka
- 1 = Pintu tertutup



Gambar 7 Monitoring dan notifikasi pada

Aplikasi Blynk

Sumber: Penelitian Mandiri 2026

3.6 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan tabel 1 pengujian di atas, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kondisi Normal (*No Alarm*): Ketika *limitswitch* mendeteksi pintu terbuka (nilai 0), baik *buzzer* maupun Blynk tidak aktif. Hal ini menunjukkan sistem dapat membedakan kondisi normal dengan kondisi alarm.
2. Aktivasi *Buzzer*: *Buzzer* aktif/menyalakan ketika pintu gardu tertutup dan kondisi tertentu dari *selector switch* local/remote kubikel terpenuhi. Berikut kondisi dari beberapa pengujian yang dilakukan :
 - Apabila kubikel *Incoming* pada posisi *local* dan kubikel *Outgoing* posisi *remote* lalu pintu terbuka, maka *buzzer* tidak menyala dan tidak ada notifikasi pada aplikasi Blynk.
 - Apabila kubikel *Incoming* pada posisi *local* dan kubikel *Outgoing* posisi *remote* lalu pintu tertutup, maka *buzzer* menyala dan muncul notifikasi pada aplikasi Blynk.
 - Apabila kubikel *Incoming* pada posisi *local* dan kubikel *Outgoing* posisi *local* lalu pintu tertutup, maka *buzzer* menyala dan muncul notifikasi pada aplikasi Blynk.
 - Apabila kubikel *Incoming* pada posisi *remote* dan kubikel *Outgoing* posisi *remote* lalu pintu terbuka maka *buzzer* tidak menyala dan tidak ada notifikasi pada aplikasi Blynk.
 - Apabila kubikel *Incoming* pada posisi *remote* dan kubikel *Outgoing* posisi *remote* lalu pintu tertutup, maka *buzzer* tidak menyala dan tidak ada notifikasi pada aplikasi Blynk.
 - Apabila kubikel *Incoming* pada posisi *remote* dan kubikel *Outgoing* posisi *local* lalu pintu tertutup, maka *buzzer*

- menyala dan muncul notifikasi pada aplikasi Blynk.
- Apabila kubikel *Incoming* pada posisi *local* dan kubikel *Outgoing* posisi *local* lalu pintu terbuka, maka *buzzer* tidak menyala dan tidak ada notifikasi pada aplikasi Blynk
 - 3. Notifikasi pada Blynk: Notifikasi pada aplikasi Blynk memberikan peringatan tambahan kepada petugas, memastikan adanya pemantauan dan pengawasan menyeluruh.
 - 4. Kesalahan Potensial: Jika *limitswitch* mengalami kegagalan (misalnya tidak mendeteksi pintu tertutup), *selector switch* mengalami kerusakan, maka sistem alarm tidak akan aktif.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, dan Analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Prototipe sistem reminder alarm *switch local remote* berhasil dirancang dengan memanfaatkan perangkat keras seperti *selector switch*, *limitswitch*, *buzzer*, dan mikrokontroler ESP32. Perangkat lunak menggunakan Arduino IDE untuk memprogram logika sistem.
2. Sistem reminder ini dapat mendeteksi kondisi pintu gardu terbuka atau tertutup melalui *limitswitch*, serta posisi *selector switch* local atau remote pada kubikel. *Output* berupa *buzzer* dan notifikasi pada aplikasi Blynk berfungsi sebagai peringatan tambahan bagi operator.
3. Berdasarkan pengujian, sistem dapat membedakan kondisi normal dan kondisi alarm. Sistem berhasil memberikan peringatan dalam kondisi tertentu, seperti saat pintu gardu tertutup namun posisi *selector switch* berada pada *local*. Sistem juga menunjukkan kemampuan untuk memberikan notifikasi tambahan melalui

aplikasi Blynk.

4. Pada pembuatan prototipe ini biaya yang diperlukan tergolong murah dan mudah jika di implementasikan.
5. Pada implementasinya prototipe ini dapat menjadi solusi alternatif dalam mengurangi kegagalan *Remote Control* (RC) pada gardu tengah akibat *switch* kubikel yang tidak dikembalikan ke posisi *remote*. Dengan demikian, sistem ini dapat membantu meningkatkan keandalan SCADA, mempercepat manuver gangguan, dan mengurangi kWh tak terjual.

DAFTAR PUSTAKA

- B. E. Keni, "PENGOPRASIAN SISTEM SCADA PADA JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH DI PT. PLN (PERSERO) AP2B SISTEM MINAHASA," Politeknik Negeri Manado, 2015.
- N. A. H. M. A. Malik, "An IoT based interactive industrial automation system using Blynk framework," Lahore, Pakistan: IEEE, 2018, pp. 1–5.
doi:10.1109/ICEET1.2018.8338585. Available: <https://twen.rs-online.com/web/p/limit-switches/3860423>
- E. Hughes, *Electrical and Electronic Technology*, 12th ed. Harlow, UK: Pearson Educación, 2018.