

Implementasi RFID Pada Proses Distribusi Material Tower Transmisi 500kV

Maekal Ginting*¹, M.M. Lanny W. Panjaitan², Lukas³

¹Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jendral Sudirman 51 Jakarta 12930

²Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia AtmaJaya, Jakarta 12930, Indonesia,

³Cognitive Engineering Research Group (CERG), Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta 12930, Indonesia.

Article Info

Abstract

Article history:

Received
21 December 2024

Accepted
14 April 2025

Keywords:
*RFID, 500kV
transmission towers,
material identification,
logistics management,
procurement efficiency.*

Tower component fabrication is crucial in the construction of 500kV transmission towers. The completeness and accuracy of components during distribution determine the quality and efficiency of the work. However, during the distribution process—which involves approximately 2,600 components per point—errors often occur, such as missing or missing components, due to manual inspection. To address this, the use of Radio Frequency Identification (RFID) technology is proposed. RFID monitors component completeness during packaging and shipping through radio wave-based data transfer between tags and readers. With RFID, distribution monitoring becomes more accurate, reducing errors, increasing efficiency, and preventing installation delays. This solution also reduces costs and ensures component quality.

Info Artikel

Abstrak

Histori Artikel:

Diterima:
21 Desember 2024

Disetujui:
14 April 2025

Kata Kunci:
*RFID, tower transmisi
500kV, identifikasi
material, manajemen
logistik, efisiensi
pengadaan.*

Pabrikasi komponen tower sangat penting dalam konstruksi tower transmisi 500kV. Kelengkapan dan akurasi komponen saat distribusi menentukan kualitas dan efisiensi pekerjaan. Namun, dalam proses distribusi—yang melibatkan sekitar 2.600 komponen per titik—sering terjadi kesalahan seperti kehilangan atau kekurangan komponen akibat pemeriksaan manual. Untuk mengatasi ini, diusulkan penggunaan teknologi Radio Frequency Identification (RFID). RFID memantau kelengkapan komponen selama pengemasan dan pengiriman melalui transfer data berbasis gelombang radio antara tag dan pembaca. Dengan RFID, pemantauan distribusi menjadi lebih akurat, mengurangi kesalahan, meningkatkan efisiensi, dan mencegah keterlambatan instalasi. Solusi ini juga menekan biaya dan memastikan kualitas komponen.

1. PENDAHULUAN

Program pemerintah untuk memajukan daerah-daerah di Pulau Sumatera yang belum sepenuhnya teraliri listrik meliputi pembangunan jalur Transmisi 500kV. Untuk menyampaikan kebutuhan listrik ke berbagai lokasi, diperlukan tower listrik berbentuk SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi). Komponen utama dalam pembangunan tower transmisi 500kV (SUTET) adalah material baja siku (*Angle Shape*), yang digunakan untuk membangun rangka tower dan biasa disebut member/komponen tower.

Jumlah komponen tower yang mencapai ribuan membuat pengawasan kelengkapannya

*Corresponding author. Maekal Ginting
Email address: ginting.maekal85@gmail.com

sulit jika dilakukan secara manual oleh tenaga manusia, yang rentan terhadap kesalahan. Kesalahan ini sering terjadi selama proses distribusi, yang mengakibatkan kesalahan perhitungan saat pemeriksaan dan pengiriman. Paradigma baru saat ini adalah integrasi teknologi informasi dalam proses tersebut untuk menghilangkan kesalahan perhitungan selama pengadaan dan memastikan kelancaran pembangunan tower transmisi 500kV di titik-titik yang terpencil dan jauh dari akses umum.

Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengurangi kesalahan ini adalah RFID (*Radio Frequency Identification*). RFID adalah metode identifikasi yang menggunakan label RFID atau transponder untuk menyimpan dan mengambil data dari jarak tertentu. RFID merupakan perangkat yang dipasang pada suatu objek untuk tujuan identifikasi menggunakan gelombang radio, teknologi RFID telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti manajemen inventaris, rantai pasokan, pelacakan produk, transportasi, logistik, dan pengumpulan tol, (Wibowo 2015:1).

1.1 Sejarah Teknologi RFID

Teknologi RFID berawal pada pertengahan abad ke-20 dengan kontribusi signifikan dari berbagai penemu dan kemajuan dalam teknologi radar selama Perang Dunia II. Pada tahun 1940, konsep RFID dimulai dengan teknologi radar yang dikembangkan untuk mendeteksi pesawat musuh, yang melahirkan gagasan penggunaan gelombang radio untuk identifikasi. Pada tahun 1948, ilmuwan Swedia Harry Stockman menerbitkan makalah berjudul "*Communication by Means of Reflected Power*" yang meletakkan dasar teoritis bagi RFID. Di tahun 1950-an, militer mengembangkan sistem sinyal radio *Identification Friend or Foe* (IFF) untuk membedakan antara pesawat kawan dan lawan, yang dianggap sebagai salah satu aplikasi awal RFID. Pada tahun 1973, Mario W. Cardullo menerima paten AS pertama untuk *tag* RFID aktif dengan memori yang dapat ditulis ulang, dan Charles Walton menerima paten untuk transponder pasif yang digunakan untuk membuka kunci pintu tanpa kunci. Walton dikenal sebagai salah satu pelopor teknologi RFID, dengan hampir selusin paten terkait RFID atas namanya. Paten pertama Walton yang termasuk akronim RFID adalah pengenalan pemancar frekuensi radio portabel, diberikan beberapa dekade setelah konsep dasar RFID mulai muncul. Pada tahun 1980-an, teknologi RFID berkembang pesat dan sekarang digunakan secara luas di berbagai industri, termasuk ritel, logistik, perawatan kesehatan dan kontrol akses. Kemajuan teknologi yang berkelanjutan telah meningkatkan efisiensi, akurasi, dan aplikasi baru untuk RFID (*The History of RFID Technology, 2005*)

2. METODE PELAKSANAAN

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk mentransfer data dari *tag* elektronik yang melekat pada suatu objek, untuk tujuan identifikasi dan pelacakan. Label RFID terdiri atas *microchip* silikon dan antena yang digunakan untuk membaca informasi dari jarak beberapa meter tanpa memerlukan kontak langsung seperti *barcode*. Penggunaan RFID lebih efisien dibandingkan penggunaan *barcode*, dengan perbedaan seperti yang ditampilkan pada Tabel 1

Tabel 1.

Perbandingan RFD dan *Barcode*

FITUR	RFID	BARCODE
Garis Pandang	Tidak Diperlukan	Diperlukan
Kapasitas Data	Tinggi	Rendah
Daya Tahan	Tinggi	Rendah
Jarak Pembacaan	diatas 1 meter	beberapa centimeter
Biaya	Tinggi	Rendah
Kecepatan pembacaan	Lebih dari 1 data	satu per satu
Otomatis	Tinggi	terbatas

Pada umumnya, perangkat RFID terdiri dari:

1. Komponen RFID *Tag*

- a. *Tag* Pasif, *Tag* ini tidak memiliki sumber daya sendiri dan mengandalkan energi elektromagnetik yang ditransmisikan dari pembaca RFID. Mereka biasanya lebih murah dan memiliki jangkauan baca yang lebih pendek.
- b. *Tag* Aktif, *Tag* ini memiliki sumber daya sendiri (biasanya baterai) dan dapat mengirimkan sinyal dalam jarak yang lebih jauh. Mereka lebih mahal tetapi menawarkan fungsionalitas yang lebih besar.
- c. *Tag* Semi-pasif, *Tag* ini memiliki baterai sendiri tetapi menggunakan energi pembaca untuk transmisi sinyal. Mereka menawarkan keseimbangan antara biaya dan jangkauan baca.

Sistem RFID beroperasi pada beberapa frekuensi (*Pengetahuan RFID, 2025*)

- a. Frekuensi Rendah (LF): 125-134 kHz. Cocok untuk aplikasi jarak pendek dan kurang rentan terhadap gangguan.
 - b. Tinggi (HF): 13.56 MHz. Umumnya digunakan untuk aplikasi seperti sistem pembayaran nirsentuh dan kontrol akses.
 - c. Frekuensi Ultra-Tinggi (UHF): 860-960 MHz. Menawarkan jangkauan baca yang lebih panjang dan kecepatan transfer data yang lebih cepat, banyak digunakan dalam manajemen rantai pasokan.
 - d. Frekuensi Gelombang Mikro: 2.45 GHz atau 5.8 GHz. Digunakan untuk aplikasi pelacakan jarak jauh.
2. Pembaca RFID
- a. Pembaca Genggam: Perangkat portabel yang dapat memindai *tag* di lokasi yang berbeda.
 - b. Pembaca Tetap: Perangkat stasioner yang biasanya dipasang di titik-titik tertentu seperti gerbang masuk/keluar untuk melacak *tag* yang melewatinya.
3. Sistem ini mengelola dan memproses data yang dikumpulkan dari *tag* dan pembaca RFID. Sistem ini sering terintegrasi dengan database atau sistem perusahaan untuk analisis dan pengambilan keputusan lebih lanjut. Aplikasi RFID diharapkan dapat digunakan untuk memantau aset berharga untuk mencegah kehilangan atau pencurian dan mempercepat visibilitas inventaris

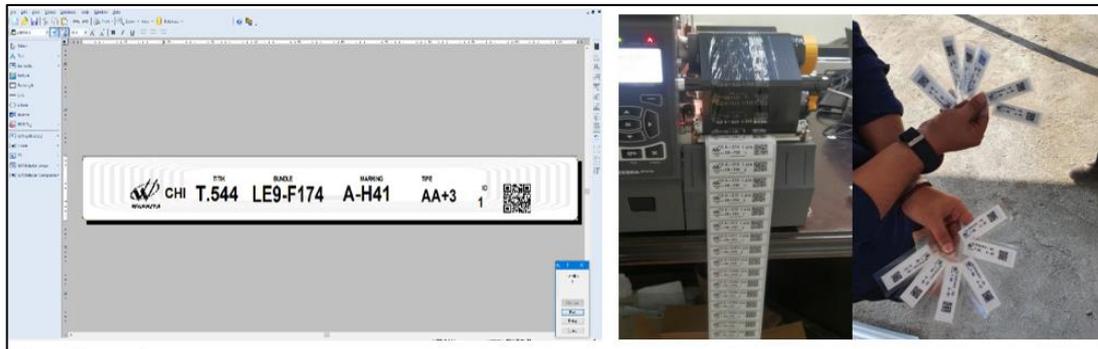
Tahapan metode pelaksanaan pembuatan identitas dengan menggunakan implementasi RFID dalam proses pengadaan tower :

1. Pembuatan *packing list* hasil dari output program Tekla dalam bentuk Microsoft Excel.

STANDARD PACKING LIST											
PROJECT : NEW AUR DURI CLIENT : WASKITA PRODUCT: TOWER AA10_CB, BE, & LE				Checked By : RH				Doc No: 030/ML-NG/II/20 Rev No: 0 Date : 31-Mei-20			
No	Desc	Mark	Assy	Profile	Grade	Length	Qty	Total Weight	PACK NO	Remark	
1	COMM.BODY III	WA10 310		HL 150 * 150 * 15	SS540	6000	2	405,06	AA10-F01		
2	COMM.BODY III	WA10 311		HL 150 * 150 * 15	SS540	6000	2	405,06	AA10-F01		
3	COMM.BODY III	WA10 325		HL 150 * 150 * 15	SS540	6000	2	405,06	AA10-F01		
JUMLAH							6	1,215.18			
1	COMM.BODY III	WA10 326		HL 150 * 150 * 15	SS540	6000	2	405,06	AA10-F02		
2	COMM.BODY IV	WA10 459		HL 150 * 150 * 15	SS540	6000	2	405,06	AA10-F02		
3	COMM.BODY IV	WA10 460		HL 150 * 150 * 15	SS540	6000	2	405,06	AA10-F02		
JUMLAH							6	1,215.18			
1	COMM.BODY II	WA10 233		HL 150 * 150 * 15	SS540	5968	2	402,89	AA10-F03		
2	COMM.BODY II	WA10 234		HL 150 * 150 * 15	SS540	5968	2	402,89	AA10-F03		
3	COMM.BODY II	WA10 216		HL 150 * 150 * 15	SS540	4962	2	334,99	AA10-F03		
4	COMM.BODY II	WA10 217		HL 150 * 150 * 15	SS540	4962	2	334,99	AA10-F03		
JUMLAH							8	1,475.76			

Gambar 1 .
Standard Packing List

2. Dari standar packing list tersebut akan di encode ke dalam *tag* RFID pasif yang dicetak menggunakan printer RFID Zebra



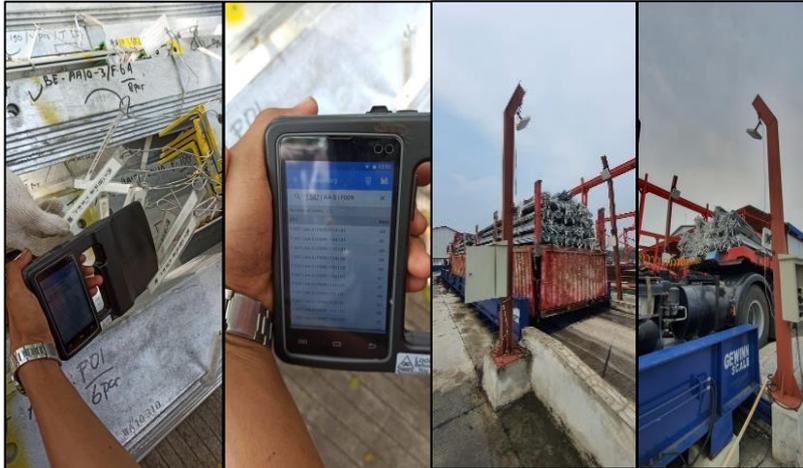
Gambar 2.
RFID Tag

3. Tag yang sudah dicetak akan dipasangkan pada member/komponen tower



Gambar 3.
Pemasangan RFID Tag

4. Komponen/member yang sudah dipadang *tag* akan diloading pada angkutan yang akan membawa material tersebut dengan melakukan pembacaan ulang untuk memeriksa kelengkapan dari member menggunakan pembaca genggam.
5. Setelah dilakukan pemeriksaan ulang dengan menggunakan pembaca genggam maka komponen tersebut akan dikirim ke lokasi gudang dengan melewati gerbang Pembaca Tetap untuk membaca kelengkapan material yang dikirim.



Gambar 4.
Alat Pembaca RFID

6. Pada saat penerimaan di gudang komponen tersebut akan kembali dibaca oleh gerbang pembaca tetap yang ditempatkan di gudang.
7. Dari hasil pembacaan tersebut, data akan masuk ke Sistem *Back End* yang berfungsi untuk memantau kelengkapan material yang dikirim dari titik produksi ke gudang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan penggunaan Implementasi RFID pada pengadaan material tower transmisi 500kV, sistem Back End yang dikombinasikan dengan sistem *cloud* dapat dibuatkan *dashboard* dan data *online* untuk memantau kelengkapan material tersebut dan pengawasan secara langsung dilaksanakan sehingga menghindari kehilangan member/komponen tower. Berdasarkan penggunaan RFID ini, penggunaan tenaga kerja yang berlebihan dapat dikurangi sehingga menghemat biaya dalam proses identifikasi material

Actions	Checkpoint	Description	RFID Code	Created
Actions	CH RFID Gata	T.378 AA+0 JT090 W2 01	917A0300445400987900002	2021-06-30 15:43:34
Actions	CH RFID Gata	T.382 AA+0 JT021 955 04	947E000044540182200029F	2021-06-30 15:43:31
Actions	CH RFID Gata	T.377 AA+0 F024 207 01	917900004454020082200008	2021-06-30 15:43:31
Actions	CH RFID Gata	T.583 AA+0 F054 260 02	922470004454020082200004	2021-06-30 14:03:14
Actions	CH RFID Gata	T.583 AA+0 F054 341 03	932470004454020082200005	2021-06-30 14:03:14
Actions	CH RFID Gata	T.583 AA+0 F054 272 04	942470004454020082200000	2021-06-30 14:03:14
Actions	CH RFID Gata	T.583 AA+0 F054 341 05	952470004454020082200005	2021-06-30 14:03:14
Actions	CH RFID Gata	T.583 AA+0 F054 311 02	922470004454020082200000	2021-06-30 14:03:14
Actions	CH RFID Gata	T.583 AA+0 F054 315 03	922470004454020082200000	2021-06-30 14:03:14
Actions	CH RFID Gata	T.583 AA+0 F054 121 02	922470004454020082200005	2021-06-30 14:03:14

Gambar 4.
Back End RFID

Tabel 2.
Perbandingan Kecepatan Identifikasi

Identifikasi 1 Tower 50 Ton		
Metode	Manual	Menggunakan RFID
Pekerja	15 Orang	3 Orang

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Teknologi RFID menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan pada pekerjaan distribusi tower. Penggunaan RFID juga membantu mengurangi kesalahan pada pekerjaan tersebut. Efisiensi biaya yang dihasilkan dari penggunaan RFID sangat signifikan dibandingkan dengan penggunaan tenaga kerja manual, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3

Tabel 3.
Perbandingan pengaruh penggunaan Manual dengan RFID

No.	Kegiatan	Orang		Hari		Harga Satuan Upah	Nilai (Rp)	
		Manual	RFID	Manual	RFID		Manual	RFID
1	Pengiriman di pabrik	15	3	4	1	150.000	9.000.000	450.000
2	Penerimaan di gudang	15	3	4	1	150.000	9.000.000	450.000
3	Pengiriman di lapangan	24	3	2	1	150.000	7.200.000	450.000

Dengan demikian, implementasi RFID tidak hanya meningkatkan produktivitas dan keakuratan, tetapi juga memberikan penghematan biaya yang penting bagi pekerjaan ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Wibowo, A. (2021). Aplikasi teknologi RFID pada IoT. Yayasan Prima Agus Teknik.
2. Violino Bob, The history of RFID technology. (2005). <https://www.rfidjournal.com>, diakses pada 11 April 2025
3. Hansuyi, Pengetahuan RFID. (2023). <https://id.rfid/tagworld.com>, diakses pada 11 April 2025
4. Djamal, H. (2014). *Radio frequency identification (RFID) dan aplikasinya*. Tesla, 16(1), 45–55.
5. EverythingRF *RFID frequency bands*. (2025). <https://www.everythingrf.com/community/rfid-frequency-bands>, diakses pada 11 April 2025