

## **Rancangan Sistem *Grounding* di Gedung Terminal Bandar Udara Budiarto Curug**

**Ilham Wisnumurti<sup>1</sup> Feti Fatonah<sup>2</sup> KGS. M. Ismail<sup>3</sup>**

Program Studi Diploma IV Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug,  
Tangerang, Banten, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Email: [ilhamwisnumurti@gmail.com](mailto:ilhamwisnumurti@gmail.com)<sup>1</sup> [feti\\_fatonah@yahoo.co.id](mailto:feti_fatonah@yahoo.co.id)<sup>2</sup> [kgs.ismail@ppicurug.ac.id](mailto:kgs.ismail@ppicurug.ac.id)<sup>3</sup>

### **Abstrak**

Gedung Terminal Bandar Udara Budiarto Curug belum memiliki sistem grounding, padahal gedung ini menaungi peralatan elektronik dan peralatan keamanan penerbangan seperti CCTV, X-Ray, UPS, dan Walk Through Metal Detector (WTMD) yang sensitif terhadap gangguan kelistrikan. Ketiadaan sistem pentanahan berpotensi menimbulkan kerusakan peralatan maupun bahaya sengatan listrik bagi pengguna gedung. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai tahanan pentanahan aktual pada Gedung Terminal serta merancang konfigurasi elektroda grounding yang memenuhi Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 dan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 26 Tahun 2022. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif, dengan pengukuran tahanan pentanahan memakai earth tester metode tiga titik (fall of potential) pada tiga variasi diameter elektroda batang (1/2, 9/16, dan 5/8 inci) yang diulang pada tiga waktu pengukuran berbeda untuk menguji konsistensi hasil terhadap perubahan kondisi lingkungan. Hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan rumus Dwight dan persamaan resistansi paralel. Hasil penelitian menunjukkan nilai tahanan pentanahan elektroda tunggal pada kedalaman 1,2 meter berkisar 15,59–23,42  $\Omega$  bergantung pada diameter elektroda, sehingga belum memenuhi kriteria PUIL 2020 ( $R \leq 5 \Omega$ ). Berdasarkan hasil tersebut, dirancang konfigurasi 4 (empat) elektroda batang berdiameter 5/8 inci yang ditanam pada kedalaman 1,2 meter dan dipasang paralel, sehingga diperoleh nilai tahanan pentanahan teoretis sebesar 3,90  $\Omega$  yang telah memenuhi standar. Penelitian ini merekomendasikan rancangan pemasangan sistem grounding dengan konfigurasi empat elektroda paralel tersebut disertai kebutuhan verifikasi dan pemeliharaan berkala.

**Kata Kunci:** Rancangan Grounding, Gedung Terminal, Earth Tester, Elektroda Paralel, PUIL 2020



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

### **PENDAHULUAN**

Sistem grounding merupakan penghubung antara peralatan, perangkat, dan instalasi listrik dengan tanah untuk melindungi manusia dan instalasi dari risiko tegangan dan arus abnormal (Adelson & Taali, 2023). PUIL 2020 (SNI 0225:2020) mensyaratkan bagian konduktif terbuka pada instalasi listrik dihubungkan dengan konduktor proteksi sesuai jenis sistem pembumian yang diterapkan (ayat 411.3.1.1), serta mengatur ikatan proteksi ekuipotensial dan terminal pembumian utama pada bangunan (ayat 411.3.1.2), dengan nilai tahanan pentanahan yang dipersyaratkan yaitu  $R \leq 5 \Omega$  (PUIL, 2020; Permen ESDM, 2021). Pada lingkungan bandar udara, aspek pentanahan juga tunduk pada Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 26 Tahun 2022 tentang Pedoman Teknis Operasional Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-27, yang menjadi acuan tambahan khusus bagi fasilitas kelistrikan bandar udara di luar ketentuan umum PUIL 2020. Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji kelayakan sistem grounding pada berbagai jenis bangunan. Andreansyah et al. (2023) mengevaluasi kelayakan grounding instalasi listrik dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap PUIL 2011, sementara Rodiah & Abstrak (2016) menguji kelayakan tahanan isolasi dan tahanan bumi pada instalasi gedung. Mafdal Mahmud (2022) menganalisis kelayakan grounding pada bangunan pendidikan, dan Ta'ali (2021) mengevaluasi kinerja sistem grounding menggunakan earth tester dengan metode tiga titik.

Mubarok (2022) menunjukkan bahwa kedalaman elektroda berpengaruh signifikan terhadap nilai tahanan pentanahan yang dihasilkan. Penelitian-penelitian tersebut umumnya dilakukan pada bangunan pendidikan atau perkantoran umum dan belum membahas objek bangunan bandar udara yang tunduk pada regulasi keselamatan penerbangan sipil, sehingga terdapat kesenjangan (gap) berupa belum tersedianya kajian rancangan grounding pada gedung terminal bandar udara yang mengacu secara bersamaan pada PUIL 2020 dan PR 26 Tahun 2022, sekaligus menguji konsistensi hasil pengukuran pada beberapa waktu berbeda.

Gedung Terminal Bandar Udara Budiarto Curug berfungsi mendukung pelayanan langsung terhadap pengguna jasa penerbangan dan menaungi peralatan keamanan penerbangan seperti CCTV, X-Ray, UPS, dan WTMD, namun hingga saat ini belum memiliki sistem grounding. Secara historis, pada tahun 2015 pernah terjadi kerusakan CCTV yang diduga terkait sambaran petir; kejadian tersebut menjadi informasi historis pendukung pentingnya proteksi instalasi listrik, meskipun fokus utama penelitian ini adalah kondisi aktual sistem pembumian gedung, bukan kejadian tersebut sebagai variabel utama. Berdasarkan kesenjangan dan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan (1) mengetahui nilai tahanan aktual grounding pada Gedung Terminal melalui pengukuran pada tiga waktu berbeda, (2) merancang konfigurasi sistem grounding yang memenuhi PUIL 2020 dan PR 26 Tahun 2022, dan (3) menganalisis konsistensi hasil pengukuran tahanan grounding terhadap perubahan kondisi lingkungan di lokasi penelitian.

### Penelitian Terdahulu yang Relevan

| No | Penulis/<br>Tahun         | Judul                                                                                                                  | Tujuan                                                                                 | Metode                                                          | Hasil                                                        | Kontribusi dan Relevansi                                                                   |
|----|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Andreansyah et al. (2023) | Studi Kelayakan Sistem Grounding Instalasi Listrik pada Gedung Ulil Albab Uniska Kediri                                | Mengetahui kelayakan sistem grounding dan membandingkan tahanan tanah dengan PUIL 2011 | Pengukuran lapangan, perbandingan standar                       | Nilai tahanan belum sepenuhnya sesuai standar                | Menguatkan pentingnya uji kelayakan tahanan pentanahan sebagai acuan metode penelitian ini |
| 2  | Rodiah & Abstrak (2016)   | Analisa Kelayakan Sistem Instalasi Listrik melalui Pengujian Nilai Tahanan Isolasi dan Tahanan Bumi                    | Menguji kelayakan tahanan isolasi dan tahanan pembumian                                | Pengukuran isolasi dan pentanahan, analisis deskriptif          | Sebagian instalasi belum memenuhi ambang batas PUIL          | Menjadi dasar penetapan interval uji berkala pada penelitian ini                           |
| 3  | Mafdal Mahmud (2022)      | Studi Kelayakan Sistem Grounding pada Instalasi Listrik Gedung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh | Menilai kelayakan grounding instalasi listrik                                          | Pengukuran earth tester, analisis komparatif terhadap PUIL 2011 | Nilai tahanan bervariasi menurut kondisi elektroda           | Memperkuat justifikasi variasi diameter elektroda sebagai variabel uji                     |
| 4  | Ta'ali (2021)             | Analisis Sistem Grounding di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang                                                 | Mengevaluasi kinerja sistem grounding menggunakan earth tester                         | Pengukuran metode tiga titik                                    | Sistem grounding bekerja baik dengan nilai tahanan terukur   | Menjadi acuan metode pengukuran tiga titik yang diadopsi penelitian ini                    |
| 5  | Mubarok (2022)            | Analisis Sistem Grounding Menggunakan Elektroda Ground Rod Jenis Tembaga pada Gedung A dan D Universitas Peradaban     | Menganalisis pengaruh kedalaman elektroda terhadap tahanan pentanahan                  | Pengukuran dan perhitungan tahanan elektroda tembaga            | Kedalaman elektroda berbanding terbalik dengan nilai tahanan | Menjadi dasar perhitungan pengaruh kedalaman elektroda pada rancangan ini                  |

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk memperoleh data berdasarkan observasi aktual pada Gedung Terminal Bandar Udara Budiarto Curug, kemudian membandingkan hasil pengukuran, hasil perhitungan, dan ketentuan nilai tahanan pentanahan sesuai PUIL 2020 serta PR 26 Tahun 2022 guna menghasilkan rancangan sistem grounding yang sesuai. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi lapangan, wawancara tidak terstruktur dengan teknisi kelistrikan bandara, dan studi pustaka dari jurnal-jurnal terkait analisis sistem grounding. Pengukuran tahanan pentanahan dilakukan menggunakan earth tester digital dengan metode tiga titik (fall of potential), pada tiga variasi diameter elektroda batang pejal, yaitu 1/2 inci (0,0127 m), 9/16 inci (0,0142 m), dan 5/8 inci (0,0158 m), yang ditanam pada kedalaman tetap 1,2 meter. Kedalaman tersebut dipilih berdasarkan kajian awal yang menunjukkan nilai tahanan terendah di antara variasi kedalaman dangkal yang diuji (0,4 m dan 0,8 m). Untuk menguji konsistensi hasil terhadap perubahan kondisi lingkungan, pengukuran diulang pada tiga waktu berbeda, yaitu pengukuran ke-1 (16 Agustus 2026, pukul 10.30–12.00 WIB, cuaca cerah dan tanah relatif kering), pengukuran ke-2 (20 Agustus 2026, pukul 07.00–08.00 WIB, tanah lembap akibat embun), dan pengukuran ke-3 (20 Agustus 2026, pukul 16.00–17.30 WIB, cuaca cerah berawan dengan kelembapan tanah meningkat).

Data primer hasil pengukuran diolah menggunakan analisis deskriptif dengan membandingkan nilai hasil pengukuran pada tiga waktu berbeda terhadap hasil perhitungan menggunakan rumus Dwight (Persamaan 1) dan persamaan resistansi elektroda paralel (Persamaan 2), serta terhadap standar PUIL 2020 dan pedoman PR 26 Tahun 2022.

$$R = \rho / (2\pi L) \times (\ln[4L/a] - 1) \dots\dots\dots (1)$$

dengan L = panjang elektroda ke tanah (m), a = diameter penampang elektroda (m),  $\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega \cdot m$ ), dan R = tahanan pentanahan ( $\Omega$ ).

$$1/R = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + \dots\dots\dots (2)$$

dengan R1, R2, R3, ... adalah nilai tahanan masing-masing elektroda yang dipasang paralel.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Berdasarkan data status lingkungan hidup Kabupaten Tangerang, jenis tanah pada lokasi penelitian dikategorikan sebagai tanah ladang dengan nilai resistansi jenis tanah sebesar 100  $\Omega \cdot m$  mengacu pada tabel resistansi jenis tanah PUIL 2020 (SNI 0225-5-54). Sistem pentanahan pada Gedung Terminal belum terpasang karena fungsi awal bangunan tersebut adalah gedung perkantoran dan teknisi, bukan gedung terminal. Hasil pengukuran tahanan pentanahan pada elektroda tunggal kedalaman 1,2 meter, untuk ketiga variasi diameter elektroda pada tiga waktu pengukuran, direkapitulasi pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan**

| Diameter Elektroda | Pengukuran ke-1 ( $\Omega$ ) | Pengukuran ke-2 ( $\Omega$ ) | Pengukuran ke-3 ( $\Omega$ ) | Rata-rata ( $\Omega$ ) |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1/2 inci           | 24,30                        | 22,85                        | 23,10                        | 23,42                  |
| 9/16 inci          | 20,32                        | 19,05                        | 19,40                        | 19,59                  |
| 5/8 inci           | 16,23                        | 15,10                        | 15,45                        | 15,59                  |

Sumber: Data primer, 2026

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan pola yang konsisten pada ketiga waktu pengukuran, yaitu elektroda berdiameter 5/8 inci selalu menghasilkan nilai tahanan terendah dibandingkan diameter lain. Selisih nilai antarwaktu pengukuran relatif kecil (kurang dari 2  $\Omega$  untuk setiap diameter), yang mengindikasikan hasil pengukuran cukup konsisten (repeatable) meskipun

terdapat sedikit variasi akibat perbedaan kelembapan tanah. Namun demikian, seluruh nilai rata-rata elektroda tunggal—berkisar 15,59  $\Omega$  hingga 23,42  $\Omega$ —masih berada jauh di atas standar PUIL 2020 ( $R \leq 5 \Omega$ ), sehingga diperlukan rancangan lanjutan berupa konfigurasi elektroda paralel. Perhitungan teoretis menggunakan rumus Dwight (Persamaan 1) dengan resistivitas tanah 100  $\Omega \cdot m$  dan diameter elektroda 5/8 inci (0,0158 m) pada berbagai kedalaman elektroda tunggal disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Tahanan Elektroda Tunggal (Rumus Dwight)**

| No | Kedalaman (m) | Tahanan Hitung ( $\Omega$ ) |
|----|---------------|-----------------------------|
| 1  | 0,4           | 144,0                       |
| 2  | 0,8           | 86,2                        |
| 3  | 1,2           | 62,8                        |
| 4  | 15            | 7,67                        |
| 5  | 25            | 4,88                        |
| 6  | 45            | 2,90                        |

Sumber: Hasil perhitungan, 2026

Perhitungan menunjukkan bahwa nilai tahanan yang memenuhi kriteria PUIL 2020 ( $R \leq 5 \Omega$ ) pada elektroda tunggal baru tercapai pada kedalaman 25 meter, dengan nilai 4,88  $\Omega$ . Kedalaman tersebut dinilai tidak praktis untuk diterapkan pada kondisi lapangan Gedung Terminal, sehingga diperlukan alternatif rancangan berupa konfigurasi elektroda paralel pada kedalaman yang telah teruji di lapangan, yaitu 1,2 meter. Menggunakan nilai tahanan rata-rata hasil pengukuran aktual elektroda 5/8 inci pada kedalaman 1,2 meter (15,59  $\Omega$ , Tabel 2) dan persamaan resistansi paralel (Persamaan 2) untuk konfigurasi empat elektroda identik:  $1/R = 1/15,59 + 1/15,59 + 1/15,59 + 1/15,59 = 4/15,59$ , sehingga  $R = 15,59/4 = 3,90 \Omega$ .

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa konfigurasi 4 (empat) elektroda batang berdiameter 5/8 inci yang ditanam pada kedalaman 1,2 meter dan dipasang secara paralel menghasilkan nilai tahanan pentanahan sebesar 3,90  $\Omega$ , yang telah memenuhi standar PUIL 2020 ( $R \leq 5 \Omega$ ). Ringkasan hasil analisis disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Ringkasan Hasil Analisis Rancangan Grounding**

| Parameter                                                   | Kondisi / Hasil                                                |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Kondisi sistem grounding eksisting                          | Belum tersedia                                                 |
| Metode pengukuran                                           | Metode tiga titik (fall of potential) pada 3 waktu berbeda     |
| Nilai tahanan elektroda tunggal rata-rata (5/8 inci, 1,2 m) | 15,59 $\Omega$                                                 |
| Acuan standar                                               | PUIL 2020 ( $R \leq 5 \Omega$ ) dan PR 26 Tahun 2022           |
| Status elektroda tunggal                                    | Belum memenuhi standar                                         |
| Rancangan rekomendasi                                       | 4 elektroda batang 5/8 inci, kedalaman 1,2 m, dipasang paralel |
| Nilai tahanan hasil rancangan                               | 3,90 $\Omega$ — memenuhi standar                               |

Sumber: Hasil analisis, 2026

## Pembahasan

Konsistensi hasil pengukuran pada tiga waktu berbeda (selisih  $< 2 \Omega$  per diameter) memperkuat keyakinan bahwa nilai tahanan pentanahan elektroda tunggal di lokasi Gedung Terminal secara stabil berada di atas 15  $\Omega$  untuk elektroda 5/8 inci, sehingga rancangan satu elektroda saja tidak akan pernah memenuhi standar PUIL 2020 tanpa kedalaman penanaman yang sangat besar dan tidak praktis. Temuan ini sejalan dengan Mubarak (2022) yang menyatakan bahwa kedalaman elektroda berbanding terbalik dengan nilai tahanan pentanahan, serta konsisten dengan pendekatan pengukuran tiga titik yang digunakan Ta'ali (2021) dan Permata Sari (2021) dalam menentukan rekomendasi sistem pentanahan pada

bangunan pendidikan. Berbeda dari penelitian-penelitian terdahulu yang umumnya membahas bangunan pendidikan atau perkantoran, penelitian ini menempatkan rancangan grounding dalam konteks fasilitas bandar udara yang tunduk pada dua kerangka regulasi sekaligus, yaitu PUIL 2020 sebagai standar teknis instalasi listrik nasional dan PR 26 Tahun 2022 sebagai pedoman operasional keselamatan penerbangan sipil. Kombinasi kedua acuan ini penting karena Gedung Terminal menaungi peralatan keamanan penerbangan (CCTV, X-Ray, UPS, WTMD) yang menuntut keandalan proteksi kelistrikan lebih tinggi dibandingkan bangunan pada umumnya, sehingga rancangan grounding tidak cukup hanya memenuhi ambang  $R \leq 5 \Omega$ , tetapi juga perlu memperhatikan prosedur pemeliharaan berkala sesuai SOP kelistrikan penerbangan.

Rancangan konfigurasi empat elektroda paralel berdiameter 5/8 inci pada kedalaman 1,2 meter dipilih karena secara teoretis memenuhi standar ( $3,90 \Omega$ ) sekaligus lebih praktis diterapkan di lapangan dibandingkan alternatif elektroda tunggal berkedalaman 25 meter. Elektroda ditempatkan pada empat titik yang saling berjauhan dengan jarak antarelektroda sebesar dua kali kedalaman penanaman ( $\pm 2,4$  meter), mengikuti kaidah umum agar bidang penyebaran arus (zone of influence) antarelektroda tidak saling tumpang tindih sehingga nilai tahanan gabungan mendekati hasil perhitungan. Konduktor penghubung menggunakan kawat Bare Copper (BC) dengan sambungan cadweld/exothermic menuju Terminal Pembumian Utama (TPU), sesuai ketentuan ayat 411.3.1.2 SNI 0225-4-41:2020, sebelum dihubungkan ke panel distribusi utama Gedung Terminal. Rancangan ini perlu diverifikasi melalui pengukuran ulang setelah pemasangan, mengingat nilai resistivitas tanah aktual di lapangan dapat berbeda dari asumsi teoretis akibat variasi kelembapan dan suhu tanah antarmusim.

### **Rancangan Teknis Pendukung (Bill of Quantity, RKS, dan DED)**

Sebagai kelengkapan rancangan konfigurasi empat elektroda paralel yang direkomendasikan pada bagian sebelumnya, disusun tiga dokumen teknis pendukung, yaitu Bill of Quantity (BOQ), Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS), serta Detailed Engineering Design (DED). Ketiga dokumen tersebut disusun agar rancangan yang dihasilkan dapat langsung dijadikan acuan pelaksanaan pekerjaan pemasangan sistem grounding di lapangan.

### **Bill of Quantity (BOQ)**

Perhitungan volume pekerjaan (Bill of Quantity) disusun berdasarkan kebutuhan material dan tahapan pekerjaan untuk merealisasikan rancangan empat elektroda paralel berdiameter 5/8 inci pada kedalaman 1,2 meter, meliputi pekerjaan galian rod, instalasi rod, pembuatan bak grounding, dan instalasi konduktor penghubung, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Bill of Quantity Rancangan Sistem Grounding**

| No | Uraian Pekerjaan dan Bahan                               | Volume | Satuan         |
|----|----------------------------------------------------------|--------|----------------|
| 1  | Galian penanaman rod 12x15x0,5 m                         | 90     | m <sup>3</sup> |
|    | Kerikil                                                  | 90     | m <sup>3</sup> |
| 2  | Galian penanaman rod 0,2x0,2x2,5 m                       | 0,1    | m <sup>3</sup> |
|    | Rod tembaga 1 inch panjang 2 m                           | 4      | pcs            |
| 3  | Galian bak grounding 0,3x0,3x0,3 m (4 buah)              | 0,108  | m <sup>3</sup> |
| 4  | Beton                                                    | 0,75   | m <sup>3</sup> |
|    | Semen                                                    | 4,5    | m <sup>3</sup> |
|    | Pasir                                                    | 2,25   | m <sup>3</sup> |
|    | Koral                                                    | 1,5    | m <sup>3</sup> |
| 5  | Kabel BC 10 sqmm grid vertikal (4x10) m                  | 40     | m              |
|    | Kabel BC 10 sqmm instalasi Gedung Terminal-bak grounding | 20     | m              |
|    | Klem sambungan antar rod                                 | 4      | pcs            |
|    | Wire clip                                                | 4      | pcs            |

|   |                           |   |     |
|---|---------------------------|---|-----|
|   | Copper bonding busbar     | 1 | pcs |
|   | Kabel skun                | 4 | pcs |
| 6 | Mur dan baut ukuran 14 mm | 8 | pcs |

Sumber: penulis, 2026

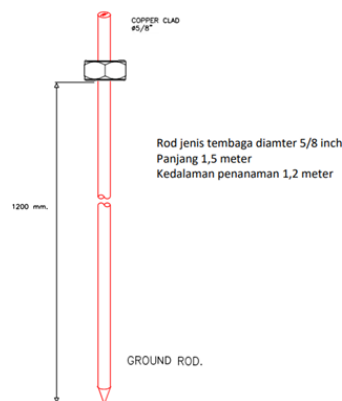
Total volume pekerjaan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa rancangan membutuhkan empat batang rod tembaga sepanjang 2 meter, satu set bak grounding berukuran 0,3x0,3x0,3 meter untuk setiap rod, serta konduktor Bare Copper (BC) 10 sqmm sepanjang 60 meter sebagai penghubung antar-rod dan menuju Gedung Terminal, sehingga volume pekerjaan ini dapat dijadikan dasar estimasi biaya dan waktu pelaksanaan di lapangan.

### Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)

Rencana kerja pemasangan grounding rod terdiri atas empat tahap, yaitu persiapan, pemasangan rod, pengukuran tahanan tanah, dan dokumentasi. Tahap persiapan mencakup studi dokumen desain grounding, penyiapan alat dan bahan (rod tembaga, kabel penghubung, klem sambungan, bentonite, dan earth tester), serta pembersihan lokasi. Tahap pemasangan meliputi penentuan titik pemasangan sesuai desain, penggalian lubang, pemantekan rod hingga kedalaman 1,2 meter, dan penyambungan antar-rod secara paralel menggunakan kabel BC dan klem sambungan. Tahap pengukuran dilakukan segera setelah pemasangan selesai untuk memastikan nilai tahanan sesuai persyaratan, dan diulang secara berkala untuk menjaga efektivitas sistem. Seluruh tahapan didokumentasikan mulai dari persiapan hingga hasil pengukuran akhir. Syarat teknis pemasangan mensyaratkan penggunaan rod dan konduktor berbahan tembaga yang tahan korosi, kedalaman dan jarak antar-rod yang sesuai desain ( $\pm 2,4$  meter) agar zona penyebaran arus antarelektroda tidak saling tumpang tindih, sambungan yang rapat dan kuat, serta bahan pengisi lubang dengan sifat higroskopis yang baik untuk meningkatkan kontak rod dengan tanah. Pemasangan wajib dilakukan oleh tenaga ahli yang kompeten dan mengacu pada PUIL 2020 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) sebagai standar teknis instalasi listrik nasional dan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 26 Tahun 2022 sebagai pedoman operasional keselamatan penerbangan sipil, dengan pemeliharaan sistem grounding dilakukan secara berkala untuk menjaga kinerjanya.

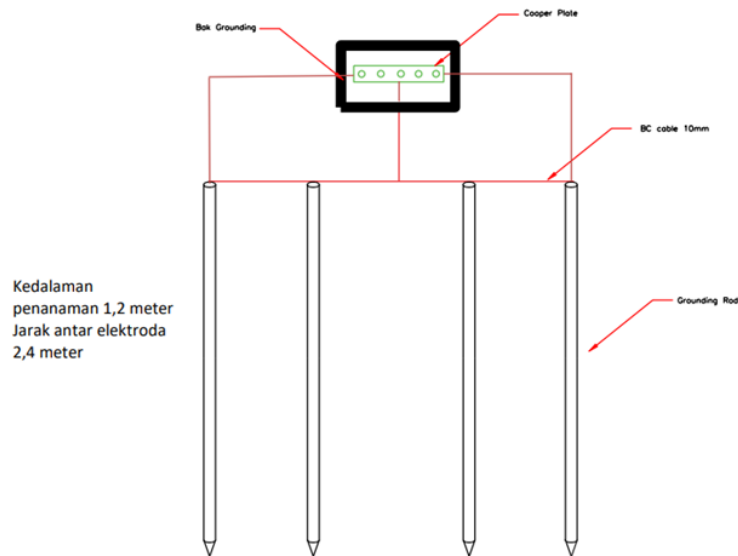
### Detailed Engineering Design (DED)

DED dalam rancangan ini berisi gambar-gambar teknis detail perencanaan yang memuat seluruh informasi teknis yang dibutuhkan untuk membangun rancangan, mencakup desain rod, konfigurasi wiring paralel, konstruksi bak grounding, layout penempatan elektroda pada Gedung Terminal, dan instalasi menuju panel ground, sebagaimana disajikan pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 5.

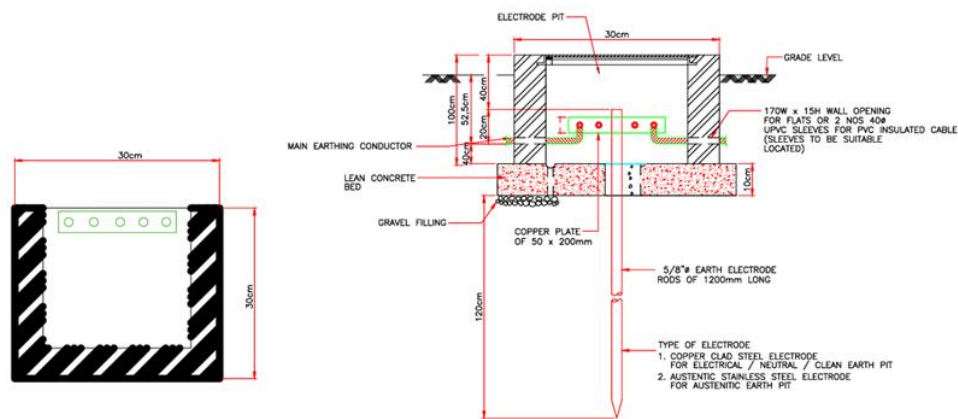


**Gambar 1. Desain rod pada rancangan**

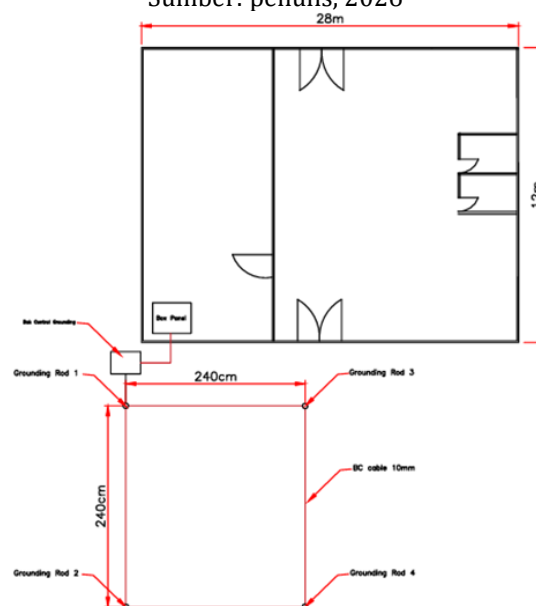
Sumber: penulis, 2026



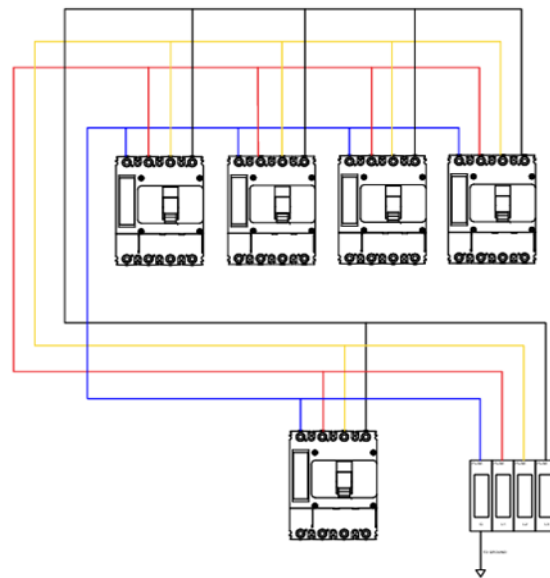
**Gambar 2. Rancangan wiring paralel 4 rod**  
 Sumber: penulis, 2026



**Gambar 3. Rancangan bak grounding**  
 Sumber: penulis, 2026



**Gambar 4. Layout rancangan grounding rod Gedung Terminal**  
 Sumber: penulis, 2026



**Gambar 5. Instalasi ground panel Gedung Terminal**

Sumber: penulis, 2026

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Gedung Terminal Bandar Udara Budiarto Curug belum memiliki sistem grounding, dengan hasil pengukuran aktual pada tiga waktu berbeda menunjukkan nilai tahanan pentanahan elektroda tunggal berkisar 22,85–24,30  $\Omega$  untuk diameter 1/2 inci, 19,05–20,32  $\Omega$  untuk diameter 9/16 inci, dan 15,10–16,23  $\Omega$  untuk diameter 5/8 inci pada kedalaman 1,2 meter, yang seluruhnya belum memenuhi standar PUIL 2020 ( $R \leq 5 \Omega$ ). Selisih hasil pengukuran antarwaktu yang relatif kecil (kurang dari 2  $\Omega$  pada setiap diameter) menunjukkan bahwa hasil pengukuran cukup konsisten meskipun tetap dipengaruhi oleh perubahan kelembapan tanah. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menghasilkan rancangan baru berupa konfigurasi empat elektroda batang berdiameter 5/8 inci yang ditanam pada kedalaman 1,2 meter dan dipasang secara paralel, yang menghasilkan nilai tahanan pentanahan teoretis sebesar 3,90  $\Omega$  dan telah memenuhi standar PUIL 2020 sekaligus dapat direkomendasikan sebagai rancangan sistem grounding Gedung Terminal.

Penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu nilai tahanan pentanahan hasil rancangan bersifat teoretis berdasarkan nilai resistivitas tanah acuan PUIL 2020 dan belum diverifikasi melalui pengukuran pascapemasangan elektroda paralel di lapangan, serta pengukuran hanya dilakukan pada rentang waktu yang relatif berdekatan sehingga belum mencerminkan pengaruh perbedaan musim secara menyeluruh. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan verifikasi lapangan setelah pemasangan konfigurasi elektroda paralel serta melakukan pengukuran periodik pada kondisi musim kemarau dan musim hujan untuk memastikan efektivitas sistem grounding secara berkelanjutan. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Dosen Pembimbing, serta pihak Unit Penyelenggara Bandar Udara Budiarto Curug atas dukungan dan izin yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adelson, Y. H., & Taali, T. (2023). Perancangan dan Pemasangan Sistem Grounding. JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia, 4(1), 297–305. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.388>
- Agustini Rodiah Machdi. (2020). Analisa Kelayakan Sistem Instalasi Listrik Melalui Pengujian Nilai Tahanan Isolasi dan Tahanan Bumi. Jurnal Teknologi, 1(27).



- Amaluddin, A., Rahman, M., & Katu, U. (2022). Analisis Kegagalan System Grounding pada Pondok Aysah Samata Kabupaten Gowa. *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 14(1).
- Andreansyah, C., Shalahuddin, Y., & Arie Widhining, D. K. (2023). Studi Kelayakan Sistem Grounding Instalasi Listrik pada Gedung Ulil Albab Uniska Kediri. Universitas Islam Kediri.
- Budi Prakasa Ramadhani, D. B. S. (2023). Analisis Penggunaan Alat Earth Tester untuk Menentukan Nilai Grounding di Perusahaan Umum Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (Perum LPPNPI) Cabang Denpasar.
- DLHK Kabupaten Tangerang. (2023). Evaluasi Kesesuaian Lambang Daerah dengan Nilai-Nilai dan Budaya di Kabupaten Tangerang.
- Ir. Achmad Imam A, M.Pd. (2020). Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir pada Gedung Bertingkat.
- Mafdal Mahmud. (2022). Studi Kelayakan Sistem Grounding pada Instalasi Listrik Gedung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Mubarok, R. (2022). Analisis Sistem Grounding Menggunakan Elektroda Ground Rod Jenis Tembaga pada Gedung A dan D di Universitas Peradaban. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 4(2), 100–107. <https://doi.org/10.20895/jtece.v4i2.708>
- Permata Sari, Y. (2021). Analisis Sistem Pentanahan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang (Vol. 2, No. 2).
- Permen ESDM. (2021). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- PUIL. (2020). Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020. Badan Standardisasi Nasional.
- Putra, E. T., Nizmah, & Supodo, Y. (2022). Bahaya Listrik bagi Manusia dan Pengenalan Sistem Tenaga Listrik. *Adibrata Jurnal*, 2(2), 33–38.
- Rizqi, F., Pratiwi, F. R., & Suryanto, A. (2021). Analisis Sistem Grounding pada Gardu Induk 150kV Temanggung dengan Simulasi Software ETAP. *JTE UNIBA*, 5(2).
- Rodiah, A., & Abstrak, M. (2016). Analisa Kelayakan Sistem Instalasi Listrik Melalui Pengujian Nilai Tahanan Isolasi dan Tahanan Bumi.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta.
- Syafrida Hafni Sahir. (2021). Metodologi Penelitian. KBM Indonesia.
- Ta'ali, T. (2021). Analisis Sistem Grounding di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 7(2), 320. <https://doi.org/10.24036/jtev.v7i2.114819>