

## Rancang Bangun kVp Meter Divolx Berbasis Hyperterminal di Laboratorium ATRO Bali

### **Development of Divolx kVp Meter Based on Hyperterminal at ATRO Bali Laboratory**

I Made Lana Prasetya <sup>1\*</sup>

I Dewa Gede Satria  
Mahendra <sup>2</sup>

Geovani Ega Dwi Putra <sup>3</sup>

AKTEK Radiodiagnostik dan  
Radioterapi Bali, Denpasar, Bali,  
Indonesia

\*email:  
[lanaprasetya182@gmail.com](mailto:lanaprasetya182@gmail.com)

### **Abstrak**

Pesawat sinar-X adalah instrumen diagnostik penting dalam kedokteran modern yang menggunakan tabung hampa untuk menghasilkan sinar-X guna mengevaluasi kondisi internal pasien melalui gambar radiologi. Penggunaan sinar-X ini, meskipun memberikan manfaat tanpa perlu melakukan operasi, memiliki risiko paparan radiasi yang tinggi. Oleh karena itu, manajemen keselamatan radiasi menjadi krusial untuk melindungi kesehatan pekerja, pasien, dan lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kVp meter yang lebih terjangkau berbasis Hyperterminal sebagai alternatif terhadap kVp meter digital yang mahal. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan eksperimental. Prototipe yang dikembangkan, yang dinamakan Divolx, telah diuji keakuratannya dalam mengukur tegangan tabung sinar-X dengan membandingkannya dengan alat standar, Raysafe, di laboratorium ATRO Bali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Divolx mampu memberikan hasil pengukuran yang mendekati akurasi alat standar. Persentase keakuratan tertinggi yang dicapai oleh Divolx adalah 99.53% pada pengaturan 40 kV. Meskipun terdapat beberapa penyimpangan pada pengaturan tegangan tertentu, nilai persentase error Divolx menunjukkan tingkat akurasi yang dapat diandalkan untuk pengukuran tegangan tabung sinar-X. Kesimpulannya, pengembangan Divolx berhasil menciptakan kVp meter yang ekonomis namun tetap akurat, sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Alat ini memiliki resolusi pembacaan 0.01 kV dengan rentang nilai pembacaan 40-60 kV, memperkuat kemampuannya sebagai alat alternatif yang dapat digunakan dalam praktik radiodiagnostik dengan aman dan efektif.

### **Kata Kunci:**

kVp Meter  
Uji Tegangan Tabung  
Radiologi

### **Keywords:**

kVp Meter  
Tube Tension Test  
Radiology

### **Abstract**

X-ray machines are crucial diagnostic instruments in modern medicine that utilize vacuum tubes to generate X-rays for evaluating patients' internal conditions through radiological imaging. While X-ray usage offers benefits without the need for surgery, it poses a significant risk of radiation exposure. Therefore, radiation safety management is crucial to protect the health of workers, patients, and the surrounding environment. This research aims to develop a more affordable kVp meter based on Hyperterminal as an alternative to expensive digital kVp meters. The research method employed is qualitative descriptive with an experimental approach. The prototype developed, named Divolx, has been tested for accuracy in measuring X-ray tube voltage by comparing it with the standard device, Raysafe, at the ATRO Bali laboratory. The results show that Divolx is capable of providing measurement results close to the accuracy of the standard device. The highest accuracy percentage achieved by Divolx is 99.53% at the 40 kV setting. Despite some deviations at specific voltage settings, Divolx's percentage error values indicate a reliable level of accuracy for measuring X-ray tube voltage. In conclusion, the development of Divolx has successfully created an economical yet accurate kVp meter, meeting the planned specifications. It features a reading resolution of 0.01 kV with a measurement range of 40-60 kV, enhancing its capability as a safe and effective alternative tool for use in radiodiagnostic practices.



© 2025 The Authors. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/jsm.v1i2.7388>

## **PENDAHULUAN**

Pesawat sinar-X adalah alat diagnostik penting dalam praktik kedokteran, menggunakan tabung hampa untuk menghasilkan sinar-X yang membantu mengevaluasi

kondisi pasien melalui gambar radiologi (Suyatno, Yuniarisari and Syawaludin, 2012). Prosedur radiodiagnostik memungkinkan penampakan kondisi internal tubuh tanpa operasi, namun pekerjaan ini

memiliki risiko paparan radiasi tinggi. Oleh karena itu, manajemen keselamatan radiasi sangat penting untuk melindungi pekerja, pasien, dan lingkungan(Cahyani, Utari and Muhtarom, 2021). Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir dan Undang-Undang Republik Indonesia mengatur keselamatan kerja dan penggunaan sumber radiasi pengion untuk memastikan perlindungan semua pihak yang terlibat(Tahun, 2020). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja menetapkan bahwa setiap pekerja memiliki hak untuk dilindungi dalam menjalankan tugasnya(Peraturan Pemerintah, 2023). Kalibrasi atau uji kesesuaian tegangan tabung pesawat sinar-X bisa dilakukan secara invasive atau non-invasive. Metode non-invasive menggunakan kVp meter lebih aman dan efisien(BAPETEN, 2018). kVp meter digital, seperti RaySafe, memberikan hasil pengukuran yang akurat dan praktis, tetapi harganya relatif mahal, sekitar Rp 166.498.890,00. Ini menjadi alasan utama untuk mengembangkan alternatif kVp meter yang lebih ekonomis namun tetap akurat.

Penelitian sebelumnya(FAJRI, 2021) telah menunjukkan perbedaan dalam jumlah sensor, metode tampilan hasil, dan teknologi transmisi data yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kVp meter berbasis Hyperterminal yang lebih terjangkau, dengan mempertimbangkan perbaikan pada IC pengkondisi sinyal dan transmisi data. Hasil uji alat ini di komparasikan dengan RaySafe sebagai alat standar pengujian.

## METODOLOGI

Metode penelitian ini adalah kualitatif deskriptif dengan pendekatan eksperimen. Penelitian ini dilakukan di Lab ATRO Bali pada bulan Maret hingga April 2024 dengan membandingkan fungsi dari pembuatan alat Divolx dengan alat Raysafe di LAB ATRO Bali.

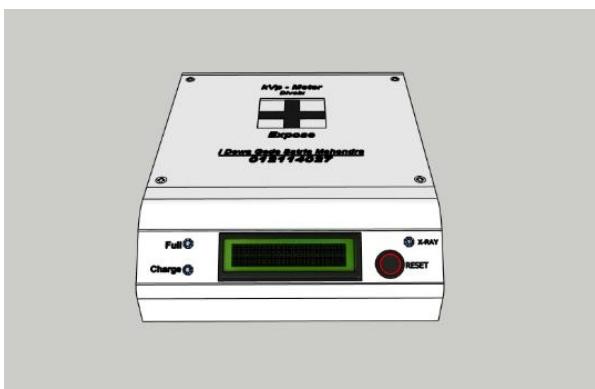
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan prototype ini dilakukan dengan perancangan casing perencangan body dan tutup serta menentukan ukuran lubang tombol dan led indikator yang akan digunakan sesuai diameter komponen yang akan digunakan.

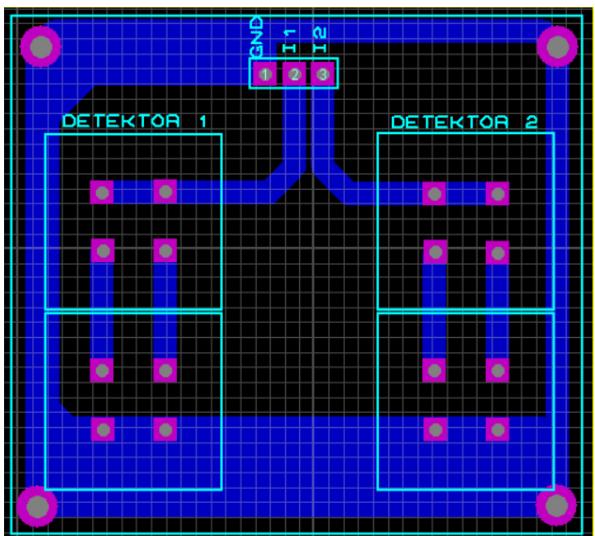
**Tabel I.** Daftar komponen DivolX

No	Komponen List	Amount
1	Detektor Sirkuit	
	Photodioda BPW 34	8
	Filter	6
2	Log Amplifier Sirkuit	
	IC Logaritma 101	1
	Kapasitor	4
	Resistor	3
	Regulator StepDown 4Volt	2
3	Mininum Sistem Sirkuit	
	Mikro Kontroller ATMEGA 328P	1
	Resistor	
	Kapasitor	5
	Cristal 12mhz	2
	Regualtor stepdown 9Volt	1
		1
	Switch ON/OFF	1
	Push Button	1
4	Jack DC	1
	FCP	PAIR
	Display Circuit	
	FCP	PAIR
5	LCD 2x16	1
	I2C	1

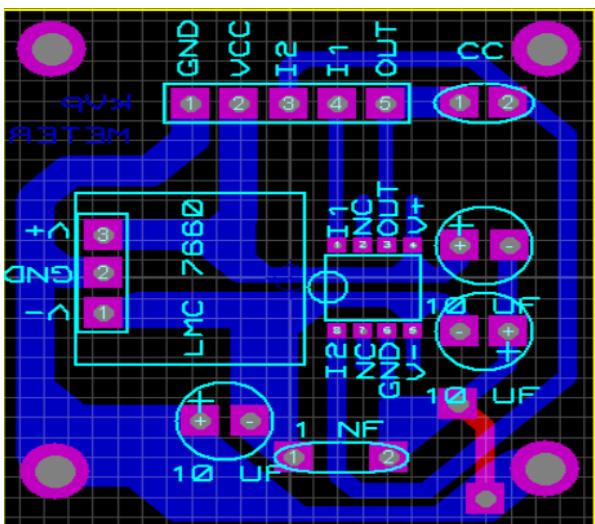
Tahap selanjutnya melakukan perancangan layout penempatan sensor dan layout modul sinyal menggunakan aplikasi proteus. Tahapan asembly komponen yang akan digunakan seperti Arduino modul pengkondisi sinyal, modul Bluetooth hc-05, modul lcd dan modul power suplay.



Gambar I. prototype DivolX



Gambar II. Layout detector



Gambar III. Layout pengkondisi sinyal

Pada tahap perancangan software di bagi menjadi 2 tahap yaitu tahap I pembuatan program base yang akan di upload kedalam Arduino untuk menentukan mV

sebagai acuan dalam pengujian pengujian ini dilakukan dengan mengekspose prototype dengan menggunakan kV 40, 50, dan 60. Setelah hasil didapatkan dilakukan tahap 2 dengan menghitung menggunakan RUMUS pemograman yang telah dibuat untuk menghasilkan kVp dari nilai rata rata data tersebut kemudian akan dilakukan uji pada alat Raysafe yang dimiliki LAB kampus ATRO Bali. Selanjutnya dilakukan pengujian alat yang bertujuan agar diperoleh data untuk mengetahui alat yang dirancang telah bekerja dengan baik atau tidak.

Tabel II. Tabel Uji Fungsi DivolX

No	Komponen	Berfungsi	Tidak Berfungsi
1	Arduino UNO	✓	
2	Module Pengkondisi Sinyal	✓	
3	Module Sensor	✓	
4	Module Bluetooth	✓	
5	Regulator Step Down 4V Dan 9V	✓	
6	Module Charger	✓	
7	Indikator Charger	✓	
8	Indikator Ekspose	✓	
9	LCD 2x16	✓	
10	Jack USB	✓	
11	Jack DC	✓	
12	Switch ON/OFF	✓	

Data yang diambil meliputi hasil pengukuran tegangan tabung pada Raysafe dan hasil pengukuran tegangan tabung pada modul Divolx. Berdasarkan hasil perhitungan dari alat Divolx berbasis hypoterminal yang dilakukan uji pada pesawat sinar-X merek Thosiba didapatkan hasil berikut:

**Tabel III.** Hasil pengukuran tegangan tabung pada modul Divolx

Setting kV	Hasil Pembaca Tegangan Tabung			
	I	II	III	Rata-Rata
40 kV	40.44	40.77	40.39	40.533
50 kV	51.61	51.61	51.59	51.603
60 kV	60.18	61.31	61.31	61.266

Pada tabel III menunjukkan hasil dari pengujian pengukuran tegangan tabung Divolx dengan menggunakan kV 40, 50 dan 60.

**Tabel IV.** Hasil pengukuran tegangan tabung pada Raysafe

Setting kV	Hasil Pembacaan Tegangan Tabung			
	I	II	III	Rata-rata
40 kV	40.44	40.77	40.39	40.533
50 kV	51.61	51.61	51.59	51.603
60 kV	60.18	61.31	61.31	61.266

Dari kedua data pada tabel III dan IV dilakukan perhitungan untuk mencari rata-rata dari data yang telah dikumpulkan dengan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{ni} \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{ni}$$

**Tabel V.** Hasil perhitungan rata-rata pada modul Divolx dan Raysafe

Setting kV	Rata-rata pada	
	Divolx ( $\bar{x}$ )	Raysafe ( $\bar{y}$ )
40 kV	40.29	40.48
50 kV	49.43	51.60
60 kV	60.16	61.28

Dari hasil perhitungan rata-rata pengukuran tegangan tabung, dapat disimpulkan bahwa modul Divolx memberikan hasil yang tidak jauh berbeda dengan alat ukur standar, yaitu Raysafe. Pada pengaturan tegangan

40 kV, Divolx menunjukkan hasil pengukuran sebesar 40.29 kVp dibandingkan dengan 40.48 kVp pada Raysafe. Pada pengaturan 50 kV, Divolx menghasilkan 49.43 kVp sedangkan Raysafe menunjukkan 51.60 kVp. Pada pengaturan 60 kV, Divolx mengukur 60.16 kVp dibandingkan dengan 61.28 kVp pada Raysafe. Hal ini menunjukkan bahwa modul Divolx memiliki tingkat akurasi yang dapat diandalkan untuk pengukuran tegangan tabung sinar-X, mendekati hasil yang diberikan oleh alat ukur standar.

**Tabel VI.** Perhitungan error alat DivolX dan Raysafe

Setting kVp	$\bar{x}$	$\bar{y}$	error	Persentase Error	Persentase Keakurasan
40 kV	40.29	40.48	0.19	0.4694%	99.53%
50 kV	49.43	51.60	2.17	4.2054%	95.79%
60 kV	60.16	61.28	1.12	1.8277%	98.17%

Dari hasil perhitungan rata-rata pengukuran tegangan tabung dan analisis nilai error serta persentase keakuratan, dapat disimpulkan bahwa modul Divolx memiliki tingkat akurasi yang mendekati alat ukur standar, yaitu Raysafe. Nilai error terkecil yang dihasilkan oleh modul Divolx adalah 0.19 pada setelan tegangan tabung 40 kV, sementara nilai error terbesar adalah 2.17 pada setelan tegangan tabung 50 kV. Nilai persentase error terkecil adalah 0.4694% pada setelan tegangan tabung 40 kV, dan nilai persentase error terbesar adalah 4.2054% pada setelan tegangan tabung 50 kV. Semakin kecil nilai persentase error, semakin baik hasil pengukuran kVp pada modul Divolx. Persentase keakurasan tertinggi yang dihasilkan oleh modul Divolx adalah 99.53% pada setelan 40 kV, menunjukkan bahwa hasil pengukuran modul semakin mendekati nilai yang ditunjukkan oleh Raysafe sebagai gold standard. Dengan demikian, modul Divolx dapat dianggap memiliki tingkat keakuratan yang baik untuk pengukuran tegangan tabung sinar-X, meskipun ada

beberapa penyimpangan yang lebih besar pada pengaturan tegangan tertentu.

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan analisis maka didapat nilai akurasi pengukuran tegangan tabung pada modul yang dibuat terhadap pengukuran tegangan tabung pada alat ukur standar (Raysafe) dengan persentasi keakurasiannya. Nilai persentase keakurasiannya paling tinggi dari modul yang telah dirancang adalah 99.53% pada setting 40 kV. Smart kVp dan telah dibuat sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan dan berfungsi dengan baik. Dimana alat yang telah dirancang memiliki resolusi pembacaan tegangan tabung sebesar 0.01 kV dengan rentang nilai pembacaan sebesar 40-60kV.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada institusi ATRO BALI sudah menyediakan trmpat dan loaksai untuk melakukan penelitian ini

## REFERENSI

- BAPETEN, P. 2018. Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2018 Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik Dan Intervensional', pp. 1–73.
- Cahyani, B., Utari, U. and Muhtarom, M. 2021. Penentuan Peak Kilovoltage (kVp) Pesawat Sinar-X Dengan Pemanfaatan Imaging Plate (IP) Di RSUD Dr. Moewardi', *Indonesian Journal of Applied Physics*, 11(2), p. 126. doi: 10.13057/ijap.v1i2.45431.
- Fajri, A. 2021. Em.S.Tr.21.020 Rancang Bangun Smart Kvp Dan Ms Meter Dilengkapi Aplikasi Pencatatan Data Hasil Pengukuran Secara Otomatis Berbasis Vb.Net'.
- Peraturan Pemerintah, R. 2023. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Zat Radioaktif', *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2023 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Zat Radioaktif*, (177034).

Suyatno, F., Yuniarso, L. and Syawaludin, B. 2012. 'Perekayasaan Prototip Pesawat Sinar-X Diagnosis Berbasis Mikrokontroler', *Prima*, 6, p. 39.

Tahun, P. B. N. 4. 2020. Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional', *Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia*, Pp. 1–52