

Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur dan Kelembapan Sistem Pengkondisi Udara pada Kereta Rel Diesel Elektrik

Design of Temperature and Humidity Measuring Device for Air Conditioning System of Diesel Electric Train

Shabrina Aisyah Putri¹, Alfi Tranggono Agus Salim^{2*}, Rahayu Mekar Bisono³, Bachtera Indarto⁴,
Rahardian Titus Nurdiansyah⁵

^{1,2,3} Jurusan Teknik Program Studi Perkeretaapian Politeknik Negeri Madiun
Jl. Serayu No. 84 Kota Madiun, telp. (0351)-452970

⁴Departemen Fisika Fakultas Sains dan Analitika Data Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Teknik Kimia Kecamatan Sukolilo Kota Surabaya, telp. (031)-5994251

⁵Divisi Teknologi Departemen Engineering PT INKA
Jl. Yos Sudarso No.71 Kota Madiun, telp. (0351)-452271

ashabrynaa@gmail.com¹, alfitranggono@pnm.ac.id^{2*}, mekar@pnm.ac.id³, bachtera@physics.its.ac.id⁴,
rahardian.titus@inka.co.id⁵

Abstrak – Air conditioning (AC) merupakan salah satu faktor penunjang kenyamanan penumpang transportasi kereta api. Sistem pengkondisi udara berkaitan erat dengan besaran termal berupa temperatur dan kelembapan yang memiliki standar khusus untuk tingkat kenyamanan penumpang. Nilai temperatur dan kelembapan diketahui dengan pengukuran yang menghasilkan nilai akurat atau terkalibrasi mengacu pada Peraturan Menteri 175 tahun 2015 yang dirujuk dari standar UIC 533 al. Pada penelitian sebelumnya, alat ukur temperatur dan kelembapan kurang efisien karena pengambilan data hanya berasal dari satu titik tertentu, sehingga peneliti merancang bangun alat ukur yang mengukur nilai temperatur dan kelembapan pada delapan titik pengukuran secara bersamaan menggunakan transduser DHT22. Data yang ditampilkan alat ukur adalah data hasil pengujian pada Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE) yaitu nilai temperatur dan kelembapan. Data tersebut dapat diakses dari hasil penyimpanan modul kartu memori. Alat ukur ini digunakan secara nirkabel atau wireless. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai error pada temperatur sebesar 6 % dan pada kelembapan sebesar 35 %. Error yang terdapat pada SMD22 dapat diterima.

Kata Kunci: DHT22, kelembapan, KRDE, nirkabel, temperatur.

Abstract – The air conditioning system (AC) is one of the factors supporting passenger comfort in rail transportation. The air conditioning system is closely related to thermal quantities in the form of temperature and humidity which have special standards for the level of passenger comfort. Temperature and humidity values are known by measuring instruments that produce accurate or calibrated values referring to PM 175 of 2015 which is referenced from the UIC 533 standard. In previous studies, temperature and humidity measuring instruments were less efficient because the data taken only came from one particular point, so the researchers designed a measuring instrument that measured the temperature and humidity values at eight measurement points simultaneously using a DHT22 transducer. Data

displayed by measuring instrument is result testing on the Electric Diesel Rail Train room, namely temperature and humidity values. And the data can be accessed from the results of storage on the memory card module. The goals of this research are the characteristics of measuring instruments for measuring temperature and humidity of 8 measurement points in realtime and the measurement data stored on a memory card. This measuring instrument is used wirelessly. The results of this study are temperature and humidity data with error values at temperature of 6% and humidity of 35%. Errors contained in SMD22 are acceptable.

Keywords: DHT22, humidity, electric diesel rail train, wireless, temperature.

1. Pendahuluan

Kereta menjadi salah satu moda transportasi yang memiliki kelebihan dalam hal efisiensi waktu yang baik, biaya terjangkau, faktor keamanan, keselamatan, dan kenyamanan tinggi serta tingkat pencemaran rendah [1]. Terdapat beberapa faktor yang dapat meningkatkan kenyamanan kereta yaitu temperatur dan kelembapan. *Air Conditioning (AC)* merupakan sistem yang mengatur udara dalam ruangan dengan fokus besaran termal berupa temperatur dan kelembapan udara. Selain itu aliran udara segar dan bersih juga sangat berpengaruh sehingga diperoleh ruangan yang nyaman [2]. Kondisi udara yang baik dipengaruhi oleh besaran fisis seperti temperatur dan kelembapan [3].

PT INKA sebagai produsen kereta dituntut untuk menghasilkan produk yang layak dan nyaman. Oleh karena itu agar mengetahui kelayakan dari *Air Conditioning (AC)* maka dilakukan pengujian yang berfokus pada pengukuran temperatur dan kelembapan. Alat ukur dapat didefinisikan sebagai sebuah perangkat yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran dari suatu kuantitas atau variabel dari segi kemampuan alat ukur harus memiliki ketelitian dan ketepatan [4]. Alat ukur temperatur dan kelembapan yang umum digunakan adalah *UNI-T UT333S Digital Humidity and Temperature Meter*. Penggunaan alat ini hanya dapat mengukur satu nilai data dari satu titik tertentu [5]. Pengukuran temperatur dan kelembapan pada kereta terdapat persebaran titik pengujian yang berguna untuk mengetahui nilai temperatur dan kelembapan pada daerah-daerah yang memiliki sumber panas. Pada Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE) yang memiliki 4 (empat) kereta dalam satu trainset, jika dalam 1 (satu) kereta terdapat delapan titik pengujian maka dilakukan pengukuran sebanyak 32 (tiga puluh dua) kali pengukuran. Pada kondisi keterbatasan tersebut diperlukan sebuah rancangan alat baru yang lebih efisien.

Penelitian terdahulu menghasilkan alat ukur temperatur dengan banyak titik pengujian menggunakan sensor *thermocouple type K* yang memiliki keterbatasan pengukuran hanya pada temperatur [6]. Peneliti melakukan penelitian “Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur dan Kelembapan Sistem Pengkondisi Udara pada Kereta Rel Diesel Elektrik” dengan merancang sebuah perangkat dengan nama *Smart Measurement Device for Temperature and Humidity (SMD22)* untuk mengukur temperatur dan kelembapan menggunakan transduser DHT22 dan pengukur data pada 8 (delapan) titik pengujian dengan transmisi data secara nirkabel menggunakan modul nRF24L01. Disebut perangkat cerdas karena fungsinya yang dapat mengukur nilai temperatur dan kelembapan dengan transmisi data secara nirkabel. Transduser memiliki arti mengubah, resapan dari bahasa latin *traducere*. Bentuk perubahan yang dimaksud adalah kemampuan merubah suatu energi ke dalam bentuk energi lain [7]. DHT22 merupakan pengukur temperatur dan kelembapan dengan akurasi yang baik [8]. Data yang dihasilkan dengan Tingkat Kesiapterapan Teknologi 4 (TKT 4) tersimpan pada modul *micro sd card*. Pengujian dilakukan pada *M-Car* Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE). Dan dilakukan analisis hasil transduser.

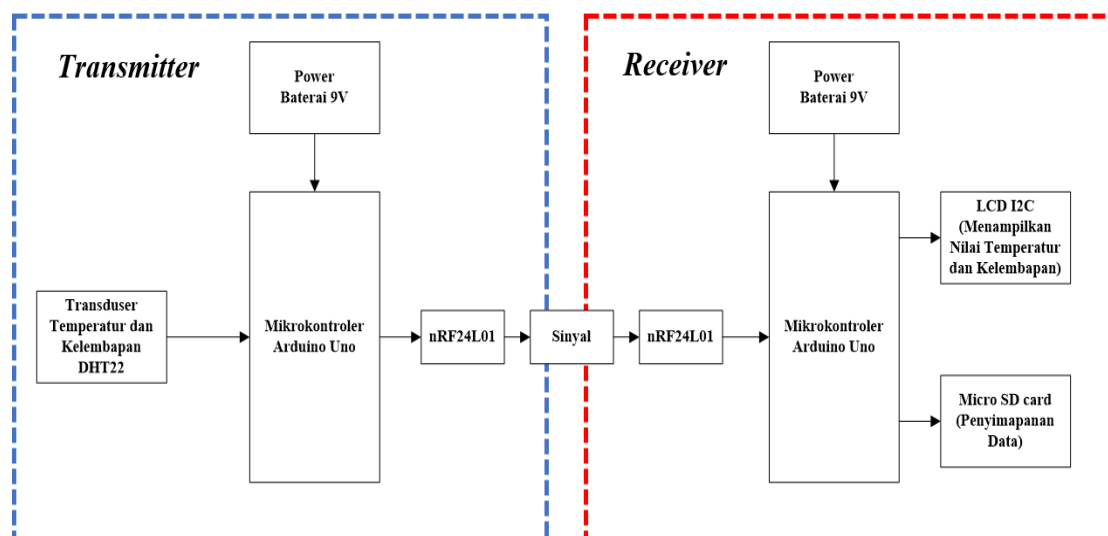
2. Metode Penelitian

2.1. Diagram Sistem

Diagram sistem dirancang untuk mempermudah pengetahuan mengenai cara kerja perangkat, *input* serta *output* data yang diperoleh. Terdapat dua sistem pada alat *SMD22* yaitu *transmitter* dan *receiver*.

Transmitter berfungsi sebagai *collecting* data analog. Data yang dihasilkan besaran fisik yang dibaca oleh sensor, besaran yang diterima oleh sensor merupakan besaran yang bersifat analog, yakni berupa sinyal listrik yang merupakan hasil dari perubahan getaran sensor sonar pada bagian pengirim sinyal kemudian dikembalikan oleh target (yang diukur) dalam bentuk sinyal dan terekam informasi yang sesuai dengan karakteristik dari target yang diukur. *Receiver* berarti penerima. Data yang diterima merupakan data yang telah dihasilkan *transmitter*. Data yang diterima adalah data yang menjelaskan kondisi target (yang diukur) dilapangan. Data tersebut dianalisis oleh mikrokontroler hingga menyampaikan informasi dari target yang telah diamati oleh *transmitter* [9].

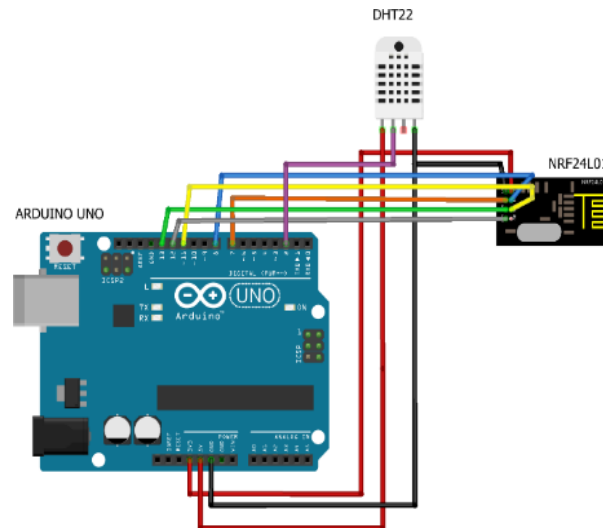
Pada *transmitter input* data berupa nilai pengukuran temperatur dan kelembapan oleh transduser DHT22. Mikrokontroler *Arduino Uno* mengolah data dan mengirimkan data menggunakan modul nirkabel nRF24L01 pada *receiver*. Modul nRF24L01 bekerja dengan mengirimkan sinyal dari *transmitter* pada *receiver* [10]. *Arduino Uno* pada *Receiver* menerima data dengan bantuan modul nRF24L01 kemudian nilai ditampilkan pada *LCD* dan disimpan pada *data logger*. *Data logger* merupakan suatu komponen rekam elektronik yang digunakan untuk merekam data, sehingga data tetap dapat di akses walaupun waktu pengambilan data selesai. *Data logger* dimanfaatkan untuk menyimpan data *real time* [11]. Pada penelitian ini *data logger* yang digunakan adalah *micro sd card*.



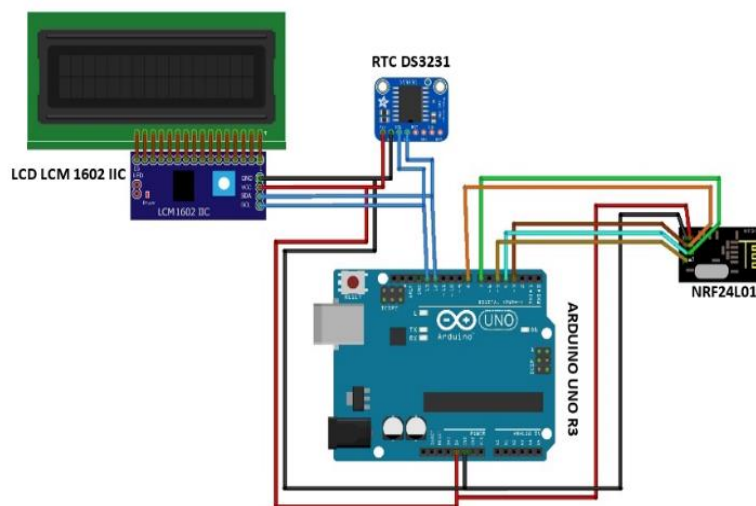
Gambar 1. Diagram Sistem.

2.2. Desain Skema Elektrik

SMD22 terdiri dari 2 (dua) sistem atau rangkaian yaitu *transmitter* dan *receiver*. *Transmitter* berfungsi untuk mengukur nilai temperatur dan kelembapan dan mengirim data pada *receiver*. Rangkaian *transmitter* terdiri dari *Arduino Uno*, transduser DHT22, dan modul nirkabel nRF24L01. Rangkaian *transmitter* terlihat pada Gambar 2.

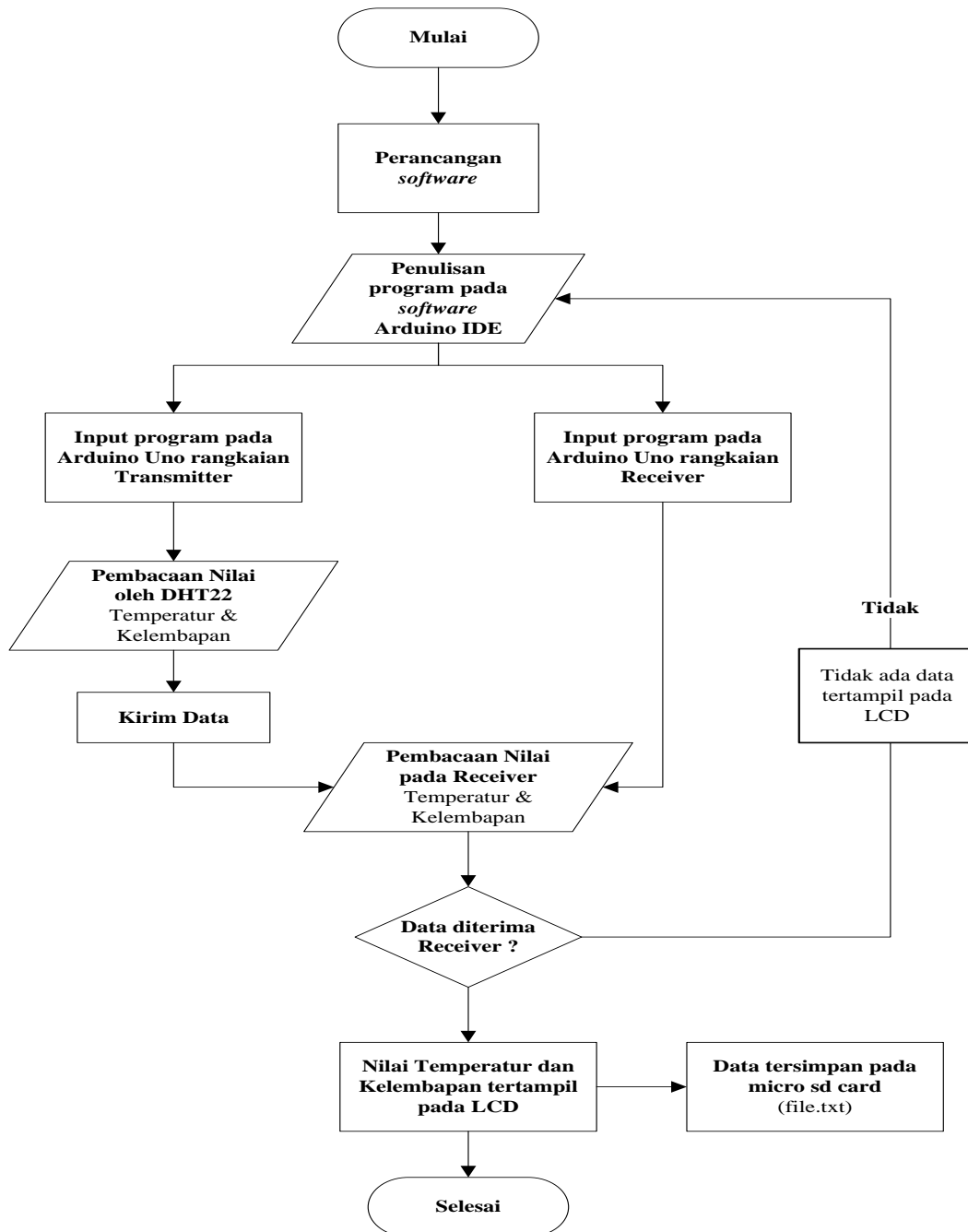
Gambar 2. Skema Rangkaian *Transmitter SMD22*.

Receiver berfungsi sebagai penerima data nilai temperatur dan kelembapan yang ditampilkan pada *LCD* dan disimpan pada modul *micro sd card*. Rangkaian *receiver* terdiri dari *Arduino Uno*, modul nirkabel *nRF24L01*, *RTC (Real Time Clock)*, *LCD I2C*, dan modul *micro sd card*. Rangkaian *receiver* terlihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Skema Rangkaian *Receiver SMD22*.

2.3. Perancangan *Software* Mikrokontroler

Perancangan *software* mikrokontroler dimulai dengan *coding* program. Program yang telah dibuat kemudian di *compile* untuk selanjutnya di *upload* pada mikrokontroler *Arduino Uno* yang telah dirangkai dengan komponen-komponen yang lain. *Transmitter* mengukur nilai temperatur dan kelembapan data tersebut dikirimkan pada *receiver*. Rangkaian dikatakan terhubung ketika *receiver* dapat menampilkan data nilai temperatur dan kelembapan pada *LCD*. Jika tidak ada data yang tertampil pada *LCD* maka perlu ada perbaikan pada program yang ditulis pada *Arduino IDE*.

Gambar 4. Diagram Alir Perancangan *Software* Mikrokontroler

2.4. Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* dimulai dengan persiapan alat dan bahan, pengecekan fungsi komponen yang digunakan, perakitan komponen pada *PCB*, dan pemasangan pada *cover box SMD22*. Alat ukur *SMD22* terdiri dari 9 (sembilan) perangkat yaitu 8 (delapan) *transmitter* dan 1 (satu) *receiver*. *Transmitter* diletakkan pada 8 (delapan) titik pengujian yang telah ditentukan sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Delapan channel transmitter SMD22.

Pada *Receiver*, LCD terbagi menjadi 2 (dua) tampilan yaitu *LCD Receiver 1* untuk menampilkan nilai pada titik A, B, C, dan D. Sedangkan *LCD Receiver 2* untuk menampilkan nilai pada titik E, F, G, dan H. Kedua tampilan *receiver* SMD22 tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Receiver SMD22

2.5. Alat dan Bahan

Analisis penelitian dengan alat yaitu *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter*, Multimeter digital, dan perangkat pengolah data. Bahan yang diperlukan untuk melakukan rancang bangun ini adalah *Arduino UNO R3*, Transduser DHT22, Modul nRF24L01, Modul micro sd card, Modul *RTC (Real Time Clock)*, dan *LCD I2C*.

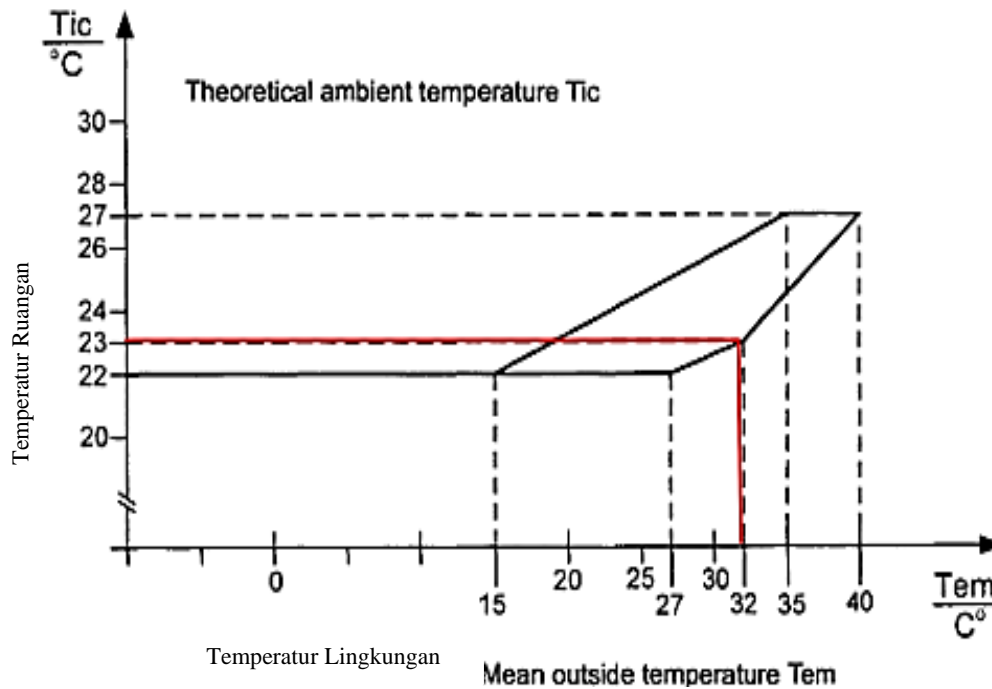
2.6. Variabel Pengujian

Variabel yang diuji adalah temperatur dan kelembapan pada Kereta Rel Diesel Elektrik khususnya pada M-Car. Pengujian dilakukan dengan kondisi AC menyala pada *set point* temperatur 22 °C hingga 26 °C dan kelembapan 50 %RH hingga 60 %RH didasari oleh Peraturan Menteri 175 Tahun 2015 [12]. Hasil dari pengukuran temperatur dan kelembapan ini dibandingkan dengan hasil pengukuran dari *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* [13]. Dengan perhitungan nilai *error* menggunakan persamaan [13]

$$Er = \frac{|X_i - X_p|}{X_p} 100 \quad (1)$$

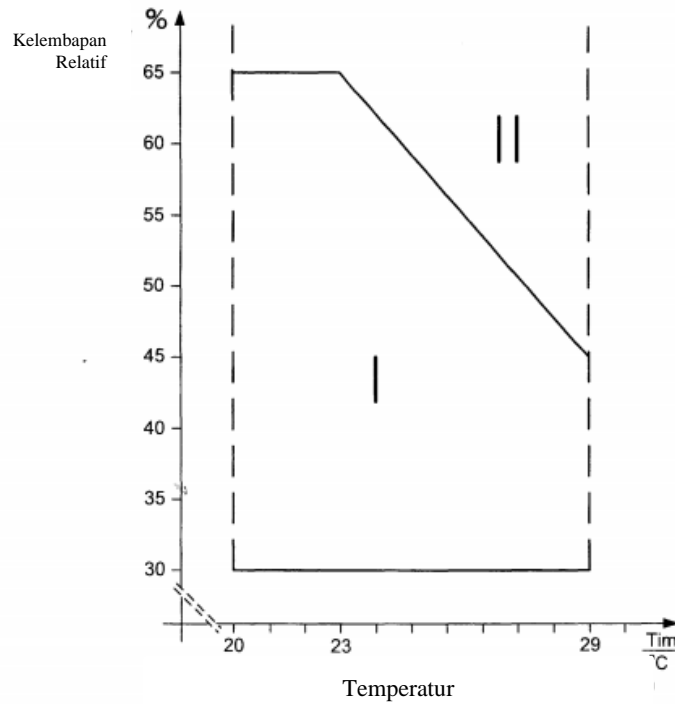
dengan Er merupakan *Error* relatif (%), X_i adalah nilai pengukuran dengan alat, dan X_p merupakan nilai pengukuran dengan alat standar

Nilai keberterimaan temperatur dan kelembapan diatur pada standar internasional *UIC 553* Tahun 2014 [14]. Nilai keberterimaan temperatur untuk ruang penumpang diatur pada standar *UIC 553* Tahun 2014 terlihat pada Gambar 7 [14].



Gambar 7. Kurva perbandingan temperatur ruang penumpang terhadap lingkungan.

Nilai keberterimaan kelembapan untuk ruang penumpang diatur pada standar *UIC 553* Tahun 2014 terlihat pada Gambar 8 [14].



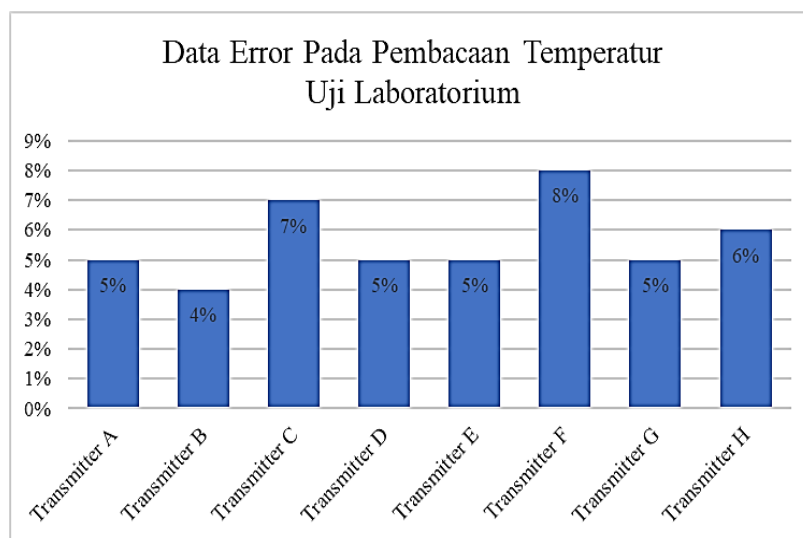
Gambar 8. Kurva kelembapan relatif terhadap temperatur.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini meliputi hasil pada pengujian skala laboratorium (TKT 4) dan pengujian pada *M-Car* Kereta Rel Diesel Elektrik.

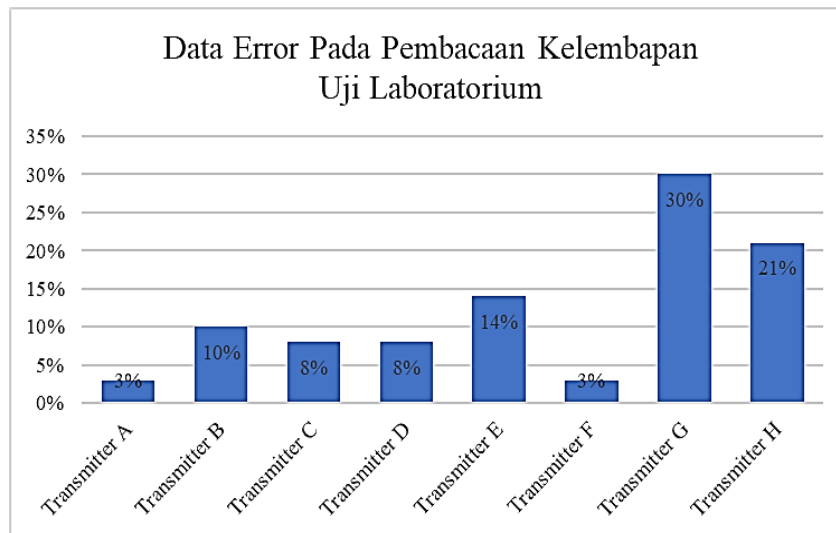
3.1 Pengujian Skala Laboratorium (TKT 4)

Pengujian skala laboratorium (TKT 4) dilakukan untuk memastikan alat ini dapat berfungsi dengan baik atau tidak [15]. Pengujian ini dilakukan pada delapan titik pengujian yang sama untuk pada ruang tertutup dengan AC menyala. Grafik nilai *error* temperatur pada 8 (delapan) terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik nilai persentase *error* temperatur pada uji laboratorium.

Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai *error* tertinggi pada pengukuran temperatur terjadi pada *transmitter* F sebesar 8 %. Hasil pengukuran temperatur menggunakan *SMD22* sebesar 23,4 °C dan hasil pengukuran temperatur menggunakan *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* sebesar 21,6 °C, Sehingga dihasilkan nilai selisih sebesar 1.8 °C. Berdasarkan nilai toleransi transduser *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* pada temperatur $\pm 0,5$ °C *transmitter* F masih melebihi nilai toleransi tersebut [16]. Perbedaan nilai *error* pada 8 (delapan) *transmitter* disebabkan oleh sensitivitas transduser yang berbeda-beda [17]. Grafik nilai *error* kelembapan pada 8 (delapan) *transmitter* terlihat pada Gambar 10.

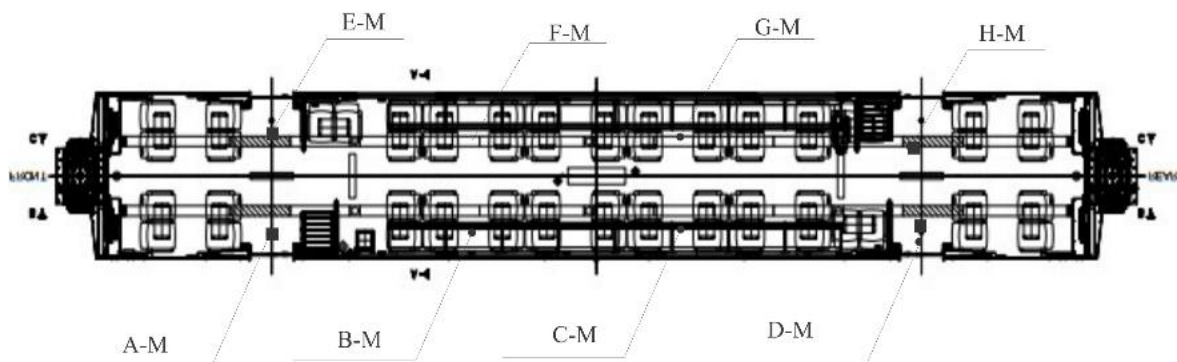


Gambar 10. Grafik nilai persentase *error* temperatur pada Uji Laboratorium.

Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai *error* tertinggi pada pengukuran temperatur terjadi pada *transmitter* G sebesar 30 %. Hasil pengukuran temperatur menggunakan *SMD22* sebesar 47,7 %RH dan hasil pengukuran temperatur menggunakan *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* sebesar 68,2 %RH, Sehingga dihasilkan nilai selisih sebesar 22,3 %RH. Berdasarkan nilai toleransi transduser *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* pada temperatur ± 10 %RH *transmitter* G masih melebihi nilai toleransi tersebut [16]. Perbedaan nilai *error* pada 8 (delapan) *transmitter* disebabkan oleh sensitivitas transduser yang berbeda-beda [17].

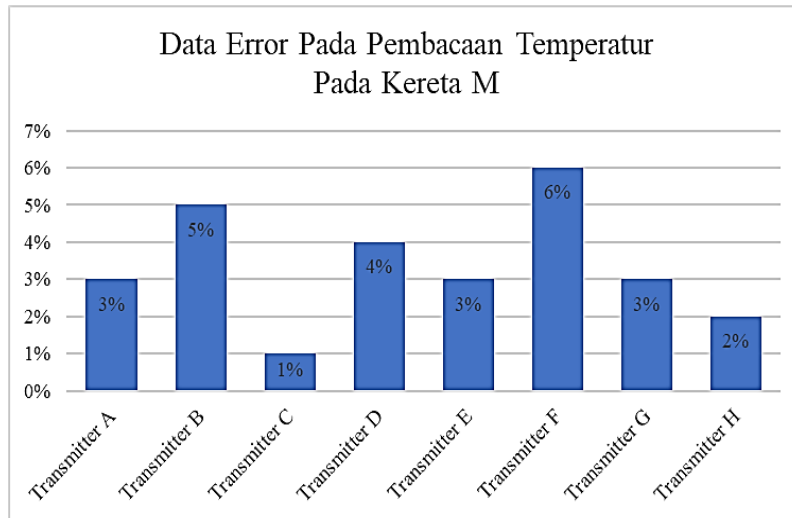
3.2 Pengujian pada M-Car Kereta Rel Diesel Elektrik

Titik pengujian pada M-Car Kereta Rel Diesel Elektrik terlihat pada Gambar 11 berikut.



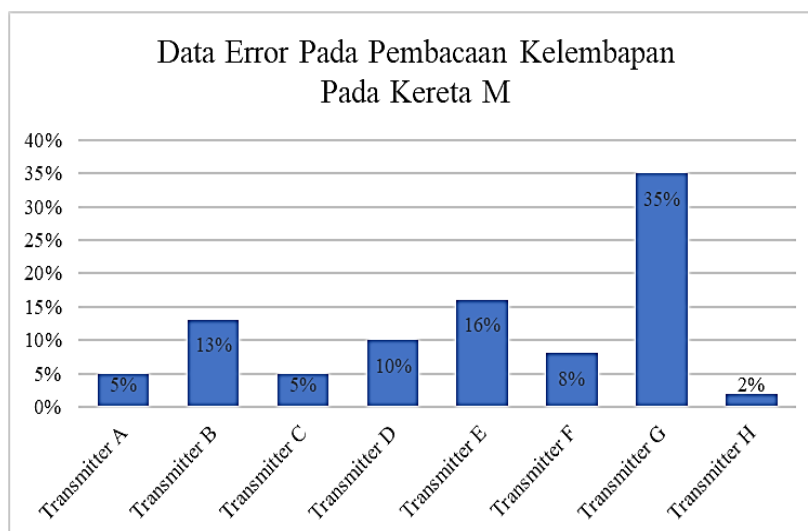
Gambar 11. Titik Pengujian pada M-Car Kereta Rel Diesel Elektrik.

Gambar 11 menunjukkan titik pengujian yang merupakan lokasi peletakan *transmitter*. Pengujian ini dilakukan pada delapan titik yang berbeda diperoleh grafik nilai *error* temperatur pada 8 (delapan) *transmitter* terlihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 12. Grafik nilai persentase *error* temperatur pada pengujian *M-Car* Kereta Rel Diesel Elektrik.

Gambar 12 menunjukkan bahwa nilai *error* tertinggi pada pengukuran temperatur terjadi pada *transmitter* F sebesar 6 %. Hasil pengukuran temperatur menggunakan *SMD22* sebesar 25,5 °C dan hasil pengukuran temperatur menggunakan *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* sebesar 24 °C, Sehingga dihasilkan nilai selisih sebesar 1.5 °C. Berdasarkan nilai toleransi transduser *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* pada temperatur $\pm 0,5$ °C *transmitter* F masih melebihi nilai toleransi tersebut [16]. Perbedaan nilai *error* pada 8 (delapan) *transmitter* disebabkan oleh sensitivitas transduser yang berbeda-beda [17]. Grafik nilai *error* kelembapan pada 8 (delapan) *transmitter* terlihat pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13. Grafik nilai persentase *error* kelembapan pada pengujian *M-Car* Kereta Rel Diesel Elektrik.

Gambar 13 menunjukkan bahwa nilai *error* tertinggi pada pengukuran temperatur terjadi pada *transmitter* G sebesar 35 %. Hasil pengukuran temperatur menggunakan *SMD22* sebesar

30,4 %RH dan hasil pengukuran temperatur menggunakan *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* sebesar 46,6 %RH, Sehingga dihasilkan nilai selisih sebesar 16,2 %RH. Berdasarkan nilai toleransi transduser *UNI-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* pada temperatur ± 10 %RH *transmitter* G masih melebihi nilai toleransi tersebut [16]. Perbedaan nilai *error* pada 8 (delapan) *transmitter* disebabkan oleh sensitivitas transduser yang berbeda-beda [17]. Selain itu kondisi lingkungan juga mempengaruhi nilai *error* yang cukup tinggi pada beberapa *transmitter*.

Pengujian pada *M-Car* Kereta Rel Diesel Elektrik menggunakan SMD22 lebih efisien dari segi waktu pengujian. Pengujian menggunakan *Uni-T UT333S Digital Temperature and Humidity Meter* menghabiskan waktu selama 5 (lima) menit untuk mengukur 8 (delapan) titik pengujian sedangkan menggunakan SMD22 hanya memerlukan waktu 5 (lima) detik untuk mengukur 8 (delapan) titik secara bersamaan.

Pada pengujian skala laboratorium (TKT 4) diperoleh nilai *error* temperatur tertinggi sebesar 8 % pada *transmitter* F dan nilai *error* kelembapan tertinggi sebesar 30 %. Sedangkan pada *M-Car* Kereta Rel Diesel Elektrik diperoleh nilai *error* temperatur tertinggi sebesar 6 % pada *transmitter* F dan nilai *error* kelembapan tertinggi sebesar 35 %. Transduser yang digunakan pada seluruh *transmitter* adalah DHT22 dengan akurasi $\pm 0,5$ °C untuk temperatur dan ± 5 %RH untuk kelembapan [16]. hal yang menyebabkan perbedaan nilai *error* dari beberapa *transmitter* tinggi adalah karena meskipun transduser yang digunakan satu jenis yaitu DHT22 tetapi akurasi yang dimiliki setiap transduser berbeda [8]. Nilai *error* pada beberapa *transmitter* menunjukkan bahwa alat ukur SMD22 perlu melalui proses kalibrasi lebih lanjut agar dapat digunakan dan hasil yang didapatkan lebih akurat.

4. Kesimpulan

Smart Measurement Device for Temperature and Humidity (SMD22) mengaplikasikan modul nRF24L01 yang bekerja dengan baik sehingga data yang diterima pada *receiver* sesuai dengan data yang diukur oleh transduser DHT22 pada rangkaian *transmitter*. Hasil pengujian menunjukkan nilai *error* yang masih tinggi pada *transmitter* F untuk nilai temperatur sebesar 6 % *error* pada pengujian di *M-Car* Kereta Rel Diesel Elektrik dan *transmitter* G untuk nilai kelembapan sebesar 35 % *error* pada pengujian di *M-Car* Kereta Rel Diesel Elektrik. Nilai *error* yang tinggi menunjukkan diperlukan proses kalibrasi agar hasil pengukuran yang didapatkan lebih akurat.

Referensi

- [1] D. S. O. Arief Darmawan, Bagoes Eko Y, Sunaryo, "Peningkatan Keamanan Perjalanan Kereta Api Dengan Penggunaan Sistem *Axle Counter* dan Media Transmisi *Fiber Optic* Untuk Hubungan Blok Di Persinyalan Vpi (Studi Kasus Hubungan Blok Stasiun Surodadi – Pemalang)," *J. Perkertaapian Indones.*, Vol. 1, No. 9, Pp. 15–28, 2017.
- [2] T. Hidayat And F. R. Restu, "Pengembangan Desain Sistem Pengkondisian Udara Kereta Api Oleh PT. INKA (Persero)," *J. Penelit. Transp. Darat*, Vol. 19, No. 1, P. 13, Apr. 2018, Doi: 10.25104/Jptd.V19i1.603.
- [3] L. Ulfa And R. Hantoro, "Analisis Temperatur dan Aliran Udara Pada Sistem Tata Udara Di Gerbong Kereta Api Penumpang Kelas Ekonomi Dengan Variasi Buka-an Jendela," *Jurnal Teknik POMITS* Vol. 1, No. 1, Pp. 1–6, 2012.
- [4] Sapta H. Sinaga, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan Menggunakan Nrf24l01 Berbasis Arduino," *Repository Institut Universitas Sumatera Utara*, 2020.
- [5] Uni-Trend Technology (China) Co., Ltd "UT333S Digital Temperature and Humidity Meter Manual"
- [6] T. S. Lutfi Maulida, "*Sensor Temperatur Ruangan Untuk Mengetahui Temperatur Rataan Pada Kereta Api*," *Jurnal Tugas Akhir Universitas Negeri Malang* No. 2, 2019.
- [7] E. Sijabat, "Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara Menggunakan Sensor DHT22"

- Berbasis *Iot (Internet of Things)*” Repository Universitas Sumatera Utara, 2020
- [8] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, And H. Prisyanti, “Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 Berbasis Arduino Terhadap *Thermohygrometer* Standar,” *J. Fis. Dan Apl.*, Vol. 16, No. 1, P. 40, 2020, Doi: 10.12962/J24604682.V16i1.5776.
- [9] H. Manik, S. Susilohadi, And B. R. Kusumah, “Rancang Bangun *Transmitter* dan *Receiver* Untuk Sistem Komunikasi Akustik Bawah Air,” *J. Rekayasa Elektr.*, Vol. 15, No. 3, 2020, Doi: 10.17529/Jre.V15i3.14498.
- [10] Taryana Suryana, “Implementasi Modul Nirkabel nRF24L01+ Sebagai Media Pengiriman dan Penerimaan Data Dengan Antarmuka NodeMCU” Modul Ajar Nirkabel nRF24L01+ Pp. 1–26, 2021.
- [11] S. Wardoyo, R. Munarto, And V. P. Putra, “Rancang Bangun Data Logger Suhu Menggunakan *Labview*.” *Jurnal Ilmiah Elite Elektro. Vol 4 No.1, 2013.*
- [12] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, “*Peraturan Menteri 175 Tahun 2015 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Kecepatan Normal Dengan Penggerak Sendiri*,” Peraturan Menteri, 2015.
- [13] A. D. Hendra Saptadi Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto Jl I Panjaitan No, “Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 Dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform Atmel AVR Dan Arduino,” *Jurnal Infotel Vol. 6 No. 2, 2014.*
- [14] Union International Des Chemins De Fer, “UIC Standart - Code 553-1.” 2005.
- [15] T. Kementerian Riset And D. P. Tinggi, “Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 42 Tahun 2016 Tentang Pengukuran dan Penetapan Tingkat Kesiapterapan Teknologi,” P. 2016, 2016.
- [16] Aosong (Guanzhou) Electronics Co., Ltd “Digital Output Relative Humidity & Temperature Sensor (Dht22),” Pp. 1–7.
- [17] M. Yusro And A. Diamah, “Sensor & Transduser Teori Dan Aplikasi,” Buku Ajar Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Universitas Negeri Jakarta, 2019.