

SISTEM SCADA DEHUMIDIFIER THERMOELECTRIC PADA JUNCTION BOX SUPPLY UTAMA RUBBER TYRED GANTRY CRANE

Lewi¹, Firman Hamzah², Abdul Kadir Muhammad^{3,*}, Geraldo Antonio Ratong^{4,**}, Gerly Gidion Tangkemali^{5,**}
^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop a thermoelectric dehumidifier integrated with a SCADA system to monitor the conditions of the main supply junction Box of a rubber-tyred gantry crane, to automatically control the thermoelectric dehumidifier using a set point based on *temperature* difference and dew point, and to acquire data on the performance of the thermoelectric dehumidifier and the condition of the main supply junction Box. The research was conducted at PT. Pelindo Petikemas TPK New Makassar and the Ujung Pandang State Polytechnic, utilizing various tools and materials such as Peltier TEC-12715, XYMD02 sensors, PZEM-017 sensors, LoRa E220, and LoRa E90. Based on the research results, it is concluded that the design and construction of the SCADA system for the thermoelectric dehumidifier in the main supply junction Box of the rubber tyred gantry crane can minimize the occurrence of condensation by reducing humidity and maintaining the *temperature* difference and dew point within the optimal range with the set point between 8.20-10.20 °C.

Keywords: *Condensation, Dehumidifier Thermoelectric, Scada system*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini ialah membuat alat *dehumidifier thermoelectric* yang dipadukan dengan sistem *scada* untuk memonitoring kondisi *junction Box supply* utama *rubber tyred gantry crane*, mengontrol alat *dehumidifier thermoelectric* secara otomatis menggunakan set point perbedaan suhu dan *dew point* dan mengakuisisi data kinerja alat *dehumidifier thermoelectric* dan kondisi *junction Box supply* utama. Penelitian dilaksanakan di PT. Pelindo Petikemas TPK New Makassar dan Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan menggunakan berbagai alat dan bahan seperti *Peltier TEC-12715*, Sensor *XYMD02*, Sensor *PZEM-017*, *LoRa E220*, dan *LoRa E90*. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa rancang bangun sistem *scada dehumidifier thermoelectric junction Box supply* utama *rubber tyred gantry crane*, dapat meminimalisir terjadinya kondensasi dengan menurunkan kelembaban serta menjaga perbedaan suhu dan *dew point* pada kategori optimal dengan *set point* yang diberikan diangka 8.20-10.20 °C.

Kata Kunci: *Dehumidifier Thermoelectric, Kondensasi, Sistem scada*

1. PENDAHULUAN

Rubber Tyred Gantry Crane (RTGC) berperan penting dalam *distribusi logistic* di pelabuhan dan terminal kargo untuk mengatur atau menumpuk *container*. Seperti halnya peralatan industri lainnya *RTGC* juga menghadapi tantangan dalam menjaga kehandalan operasionalnya. Jaringan distribusi listrik tegangan menengah terdiri dari *transformator step down*, *kubikel/switchgear* dan *junction Box medium voltage* dimana keandalan sistem tersebut dapat tetap terjaga yang diperoleh melalui kegiatan pemeliharaan berupa pemeliharaan prediktif, pemeliharaan preventif, pemeliharaan detektif, *redesain* aset, perubahan pelatihan, perubahan prosedur dan perubahan standar [1].

Jenis arus gangguan yang terjadi didominasi oleh arus gangguan hubungan singkat fasa ke tanah dimana salah satu penyebab dari hubungan singkat tersebut yakni sering terjadinya kondensasi pada peralatan hubung *medium voltage* berupa *socket* dan *junction Box supply* utama *rubber tyred gantry crane*. Kondensasi pada peralatan hubung *medium voltage* sering terjadi pada perangkat yang berada pada posisi *outdoor* dimana pada posisi *outdoor* perbedaan suhu dalam *junction Box* berbeda jauh dengan suhu luar *junction Box*. Hal ini terjadi dikarenakan kondisi pelabuhan yang sering mengalami perubahan suhu yang cukup drastis baik akibat perubahan musim atau perubahan kondisi siang dan malam. Titik embun udara/*dew point* sangat dipengaruhi oleh kelembaban relatif dan *temperature* udara dimana semakin besar nilai *temperature* dan kelembaban relatif udara maka semakin besar pula nilai titik embun udara tersebut dan begitu sebaliknya. Resiko terjadinya kondensasi terjadi jika perbedaan suhu dan titik embun udara sangat dekat [2], yang artinya perbedaan suhu dan *dew point* mempengaruhi resiko hubungan singkat pada *junction Box* akibat kondensasi. Meskipun perangkat

* Korespondensi penulis: Abdul Kadir Muhammad, email kadir.muhammad@poliupg.ac.id

** Mahasiswa

junction Box telah dilengkapi dengan *heater*/pemanas udara, masih terdapat peluang terjadinya kondensasi akibat *heater* yang tidak berfungsi dan keterbatasan kemampuan *heater* dalam melakukan proses dehumidifikasi udara [3]. Selain itu, penggunaan *heater* pada *junction Box* malah menaikkan *temperature* udara pada *junction Box* dimana *temperature* tinggi pada udara di sekitar *busbar* menyebabkan tegangan tembus udara semakin kecil [4].

Penelitian ini akan membahas sistem *scada dehumidifier thermoelectric*, dimana alat ini berfungsi untuk menurunkan kelembaban yang ada didalam *junction Box supply* utama. Adapun proses dehumidifikasi dengan menggunakan *thermoelectric* dilakukan dengan cara menurunkan *temperature* udara pada sisi pendingin hingga mencapai saturasi yang mengakibatkan uap air yang terkandung pada udara dalam kabin lembap mengembun [5]. Sedangkan *scada* diperuntukan untuk memonitoring kondisi *junction Box*, mengontrol kondisi *ON/OFF dehumidifier thermoelectric* secara otomatis, dan akuisisi data kinerja efektivitas *dehumidifier thermoelectric* dan kondisi *junction Box supply* utama.

2. METODE PENELITIAN

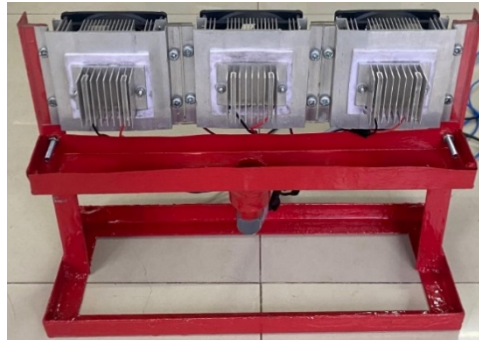
Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di PT. Pelindo Petikemas TPK New Makassar dan kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang. Diperlukannya alat, bahan, dan *software* untuk mendukung pelaksanaan pembuatan sistem *scada dehumidifier thermoelectric* ini. Alat yang digunakan dalam pelaksanaan pembuatan sistem *scada dehumidifier thermoelectric* adalah Mesin las, Mesin gerinda, Mesin bor, Obeng, Tang, Solder, MultiMeter, Spidol, Penggaris siku, Rol meter, Kaca mata, Sarung tangan, dan Laptop dan bahan yang digunakan adalah *Peltier TEC-12715*, Sensor *XYMD02*, Sensor *PZEM-017*, *LoRa transmitter E220*, *LoRa receiver E90*, *Heatsink cold and hot*, Kipas 12v, Kabel *jumper*, Besi siku, Plat seng, Akrilik, Baut, Mur, Lem besi, Pipa *overloop*, Selang pembuangan, Cat besi, Kawat las, Isolasi kabel, *Double tip*, Kabel komponen, Kabel listrik, Pasta termal, Timah, *Wrapping spiral*, *Box* hansel, Kabel gland, Tali ties, Antena *LoRa*, Kabel antena, Kabel RS485, *Power supply*, Kabel *adaptor*, dan skun Y.

Prosedur penelitian kami yaitu: (1) *Study Literature*. Untuk mendapatkan landasan teori terkait penelitian ini, Seperti mengumpulkan informasi terkait kondensasi, *dehumidifier thermoelectric*, dan *scada* serta perangkat sensor yang digunakan, dan perangkat pengirim data dan penerima data yaitu *LoRa*. (2) Perancangan Alat. Perancangan alat yang dimaksud yaitu menentukan posisi alat *dehumidifier thermoelectric* yang akan ditempatkan didalam *junction Box*, setelah itu melakukan pembuatan rancangan mekanik untuk dudukan *dehumidifier thermoelectric* menggunakan *software autodesk inventor profesional* untuk pembuatan desain, dimensi dan konsep alat. (3) Pembuatan RAB. Hal ini dibutuhkan dalam memetakan anggaran penelitian ini, serta dapat mengefisensi pengeluaran anggaran untuk kebutuhan penelitian ini. (4) Menyediakan alat dan komponen. Setelah RAB dan rancangan mekanik sudah ditentukan, dilanjut menyediakan kebutuhan alat dan komponen mekanik dan elektronik. (5) Perancangan Elektronik. Dalam merancang perangkat elektronik dilakukan dengan pembuatan skema rangkaian elektronik seperti mikrokontroler, sensor, relay dan sambungan kabel. (6) Pembuatan Program. Program yang dibuat adalah program kontrol untuk mengatur *ON/OFF* relay yang terhubung pada alat *dehumidifier thermoelectric* dengan *set point* perbedaan suhu dan *dew point* dan program pengirim data pembacaan kedua sensor dan kondisi relay menggunakan *LoRa* Transmitter. Program penerima data *LoRa Receiver* yang berfungsi untuk menampilkan pembacaan untuk kebutuhan *monitoring* dan akuisisi data yang ditampilkan pada *website*. (7) Pemasangan Alat. Pemasangan alat *dehumidifier thermoelectric* beserta kedua sensor didalam *junction Box* dan juga kontrol *box* diluar *junction Box*. Pemasangan alat penerima data yang akan masuk pada server. (8) Pengujian alat. Setelah melakukan pemasangan alat akan dilakukan pengujian alat apakah sistem *scada* dan alat *dehumidifier thermoelectric* bekerja dengan baik. Jika sudah sesuai maka lanjut ketahap selanjutnya jika tidak akan dilakukan perbaikan pada pembuatan program atau pemasangan alat. (9) Pengambilan data. Tahap ini adalah tahapan terakhir dalam penelitian ini. Penulis akan menguji dan mengambil data kinerja alat dan kondisi *junction Box supply* utama untuk disajikan hasil akhir dari penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengerjaan Mekanik

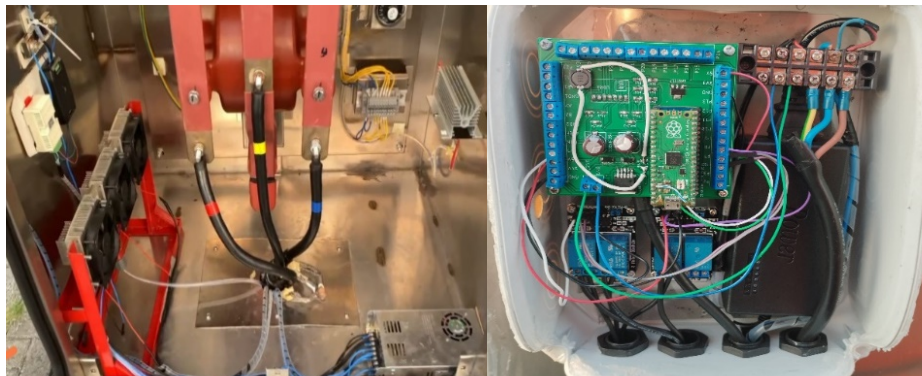
Pada bagian mekanik dilakukan beberapa pengerjaan seperti pemasangan *heatsink* panas dan dingin pada *dehumidifier thermoelectric*, membuat dudukan *dehumidifier thermoelectric*, dan penampung air hasil kondensasi. Selanjutnya dudukan dibuat agar alat *dehumidifier thermoelectric* dapat terpasang pada *junction Box* tanpa harus merubah konstruksinya.



Gambar 1. Hasil pengerjaan mekanik

Hasil Pengerjaan Elektronik

Pengerjaan elektronik terdiri dari pemasangan di *junction Box* dan *box* kontrol. Pada *box* kontrol, digunakan *Raspberry Pi Pico* sebagai mikrokontroler, *Waveshare Pico-2CH-RS485* untuk komunikasi sensor via RS485, *PCB* untuk penempatan komponen, *power supply* 24V DC, relay 5V untuk mengontrol *dehumidifier thermoelectric*, dan terminal kabel sebagai sumber tegangan AC 220V. Di *junction Box*, sensor *XYMD02* dipasang untuk mengukur suhu dan kelembaban, sedangkan sensor *PZEM-017* digunakan untuk mengukur tegangan, arus, dan energi *dehumidifier*. *Peltier* dan kipas berfungsi sebagai alat penurun kelembaban, didukung oleh catu daya 12V 50A.



Gambar 2. Hasil pengerjaan elektronik

Hasil Perancangan Program Kontrol dan Penerima

Program kontrol sistem *dehumidifier thermoelectric* dirancang menggunakan *Arduino IDE* dan diimplementasikan pada *Raspberry Pi Pico*. Program ini mencakup subrutin untuk pembacaan sensor suhu, perhitungan *dew point*, pembacaan sensor tegangan, perhitungan konsumsi energi, pengaturan *ON/OFF dehumidifier* melalui relay, dan pengiriman data melalui *LoRa*.

```

void bacaSensorSuhuKelembaban(NodebusMaster node, float& Suhu, float& Kelembaban) {
    uint8_t hasil;
    uint16_t data[2];

    hasil = node.readInputRegisters(TEMP_REGISTER, 2);
    if (hasil == node.ku8Success) {
        data[0] = node.getResponseBuffer(0);
        data[1] = node.getResponseBuffer(1);
        Suhu = data[0] / 10.0;
        Kelembaban = data[1] / 10.0;
    } else {
        Serial.println("gagal membaca sensor suhu dan kelembaban");
        Suhu = 0;
        Kelembaban = 0;
    }
}

void bacaSensorTeganganArusDaya(NodebusMaster node, float& Tegangan, float& Arus, float& Daya, float& KonsumsiEnergi) {
    uint8_t hasil;
    uint16_t data[2];

    hasil = node.readInputRegisters(VOLTAGE_REGISTER, 1);
    if (hasil == node.ku8Success) {
        data[0] = node.getResponseBuffer(0);
        Tegangan = data[0] / 100.0;
    } else {
        Tegangan = 0;
    }

    // Kirim data melalui LORA E220
    loraSerial.print("A");
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(Suhu);
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(Kelembaban);
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(DewPoint);
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(deltaT);
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(Tegangan);
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(Arus);
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(Daya);
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(KonsumsiEnergi,7);
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(digitalRead(RELAY_PIN_1) == LOW ? "ON" : "OFF");
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(digitalRead(RELAY_PIN_2) == LOW ? "ON" : "OFF");
    loraSerial.print(",");
    loraSerial.print(digitalRead(RELAY_PIN_3) == LOW ? "ON" : "OFF");
    loraSerial.print("#");
}
    
```

Gambar 3. Hasil perancangan program kontrol

Program penerima data, dirancang dengan Python menggunakan *Visual Studio Code*, menerima data dari mikrokontroler via *LoRa E90DT*. Subrutin dalam program ini meliputi pengolahan data, pembuatan file *JSON* untuk *monitoring*, pembuatan file *CSV* untuk akuisisi data, serta pengelompokan data berdasarkan tahun, bulan, dan hari untuk kemudahan klasifikasi.

```

import datetime as dt
import json
import serial
from serial import Serial
import time
import csv
import os

ser = serial.Serial('COM9', baudrate=9600, timeout=2,
                    stopbits=serial.STOPBITS_ONE,
                    bytesize=serial.EIGHTBITS,
                    parity=serial.PARITY_NONE)

pembaruan_terakhir_Lis = None
pembaruan_terakhir_Ling = None
pembaruan_terakhir_Jb = None

total_consumed_energy = 0.0

csv_file = 'JB-RTG01_Report6.csv'
csv_file2 = 'Lingkungan_Deraaga_Report.csv'
csv_file3 = 'Pengukur_Listrik_Report.csv'

if not os.path.exists(csv_file):
    with open(csv_file, 'w', newline='') as f:
        writer = csv.writer(f)
        writer.writerow([
            'timestamp', 'Suhu_Junction_Box', 'Kelembaban_Junction_Box', 'DewPoint_Junction_Box',
            'DeltaT_Junction_Box', 'Tegangan_Junction_Box', 'Arus_Junction_Box',
            'Power_Junction_Box', 'ConsumedEnergy_Junction_Box', 'Peltier_A', 'Peltier_B', 'Peltier_C'
        ])

if kodealat1 == 'A':
    # JB PRIDE
    t = str(dt.datetime.today().replace(microsecond=0))
    suhuJunction = data[1]
    kelembabanJunction = data[2]
    dewpoint = data[3]
    deltaT = data[4]
    tegangan = data[5]
    arus = data[6]
    power = data[7]
    consumed_energy = float(data[8])
    peltierA = data[9]
    peltierB = data[10]
    peltierC = data[11]

    total_consumed_energy += consumed_energy

    pembacaan = {
        'waktu': t,
        'Kode_Alut': 'JB-RTG01',
        'Suhu_Junction_Box': suhuJunction,
        'Kelembaban_Junction_Box': kelembabanJunction,
        'DewPoint_Junction_Box': dewpoint,
        'DeltaT_Junction_Box': deltaT,
        'Tegangan_Junction_Box': tegangan,
        'Arus_Junction_Box': arus,
        'Power_Junction_Box': power,
        'ConsumedEnergy_Junction_Box': total_consumed_energy,
        'Peltier_A': peltierA,
        'Peltier_B': peltierB,
        'Peltier_C': peltierC
    }
    data_monitoring.append(pembacaan)
    
```

Gambar 4. Hasil perancangan program penerima

Tampilan Monitoring SCADA

Sistem *monitoring SCADA* memantau parameter seperti waktu, kode alat, suhu, kelembaban, titik embun, perbedaan suhu, tegangan, arus, daya, konsumsi energi, dan kondisi *peltier*. Sistem ini terintegrasi dengan *power monitoring* pada PH2 dan hanya dapat diakses melalui jaringan lokal. Data pemantauan diperoleh secara *live* melalui file *JSON*.

| Parameter | JB-RTG01 | JB-RTG01 | JB-RTG02 |
|-----------------------------|----------|---------------------|----------|
| Temperature | 0 | 33.4 | 34.2 |
| Humidity | 0 | 60.7 | 57.9 |
| Dew Point | 0 | 25.54 | 25.78 |
| Dew Potential | 0 | 7.86 | 8.42 |
| Waktu | 0 | 2024-07-11 20:59:56 | 0 |
| Kode Alat | 0 | JB-RTG01 | 0 |
| Suhu_Junction_Box | 0 | 32.40 | 0 |
| Kelembaban_Junction_Box | 0 | 55.90 | 0 |
| DewPoint_Junction_Box | 0 | 22.18 | 0 |
| DeltaT_Junction_Box | 0 | 10.22 | 0 |
| Tegangan_Junction_Box | 0 | 12.44 | 0 |
| Arus_Junction_Box | 0 | 0.00 | 0 |
| Power_Junction_Box | 0 | 0.00 | 0 |
| ConsumedEnergy_Junction_Box | 0 | 0.72327210000003 | 0 |
| Peltier_A | 0 | OFF | 0 |
| Peltier_B | 0 | OFF | 0 |
| Peltier_C | 0 | OFF | 0 |

Gambar 5. Tampilan SCADA

Hasil Akuisisi Data

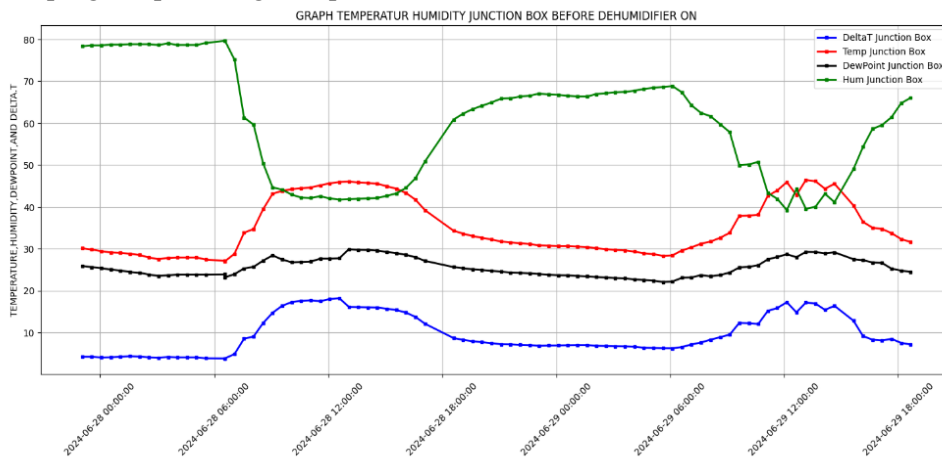
Proses akuisisi data mencakup parameter waktu, kode alat, suhu, kelembaban, titik embun, tegangan, arus, daya, konsumsi energi, dan kondisi *peltier*. Data dikumpulkan setiap 30 menit selama 43 jam dan disimpan dalam file *CSV* yang dihasilkan oleh program *Python*. File *CSV* diatur dalam folder berdasarkan tahun, bulan, dan hari untuk memudahkan pencarian dan analisis data harian yang ditampilkan pada *web monitoring*.



Gambar 6. Hasil akuisisi data

Hasil Percobaan Sebelum *Dehumidifier Thermoelectric ON*

Percobaan sebelum alat *dehumidifier thermoelectric* pada tanggal 27-29 Juni 2024 selama 43 jam, data sensor suhu meliputi suhu dan kelembaban, untuk *dew point* kami melakukan perhitungan otomatis pada program ketika suhu dan kelembaban diketahui dan data perbedaan suhu dan *dew point* ketika data *dew point* diketahui, gambar program perhitungan dapat dilihat Pada Gambar 7

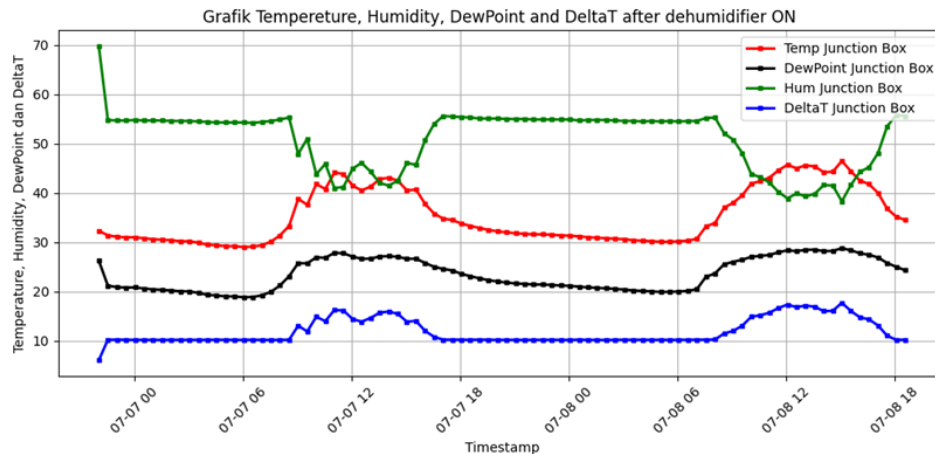


Gambar 7. Grafik data suhu, kelembaban, *dew point*, dan perbedaan suhu dan *dew point* sebelum *Dehumidifier Thermoelectric ON*

Bedasarkan grafik data suhu, kelembaban, *dew point*, dan perbedaan suhu dan *dew point* sebelum *dehumidifier thermoelectric on*, maka diketahui kelembaban sangat tinggi pada kondisi malam hari. Hal ini karena ada perbedaan *dew point* dan suhu sangatlah kecil sehingga meningkatkan potensi kondensasi. Bedasarkan hal tersebut perbedaan suhu dan *dew point* sangat mempengaruhi resiko terjadinya kondensasi pada *junction Box*, sehingga perbedaan suhu dan *dew point* kami jadikan *set point* untuk *ON/OFF* alat *dehumidifier thermoelectric*

Hasil Percobaan Setelah *Dehumidifier Thermoelectric ON*

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 6-8 Juli 2024 selama 44 Jam 30 Menit dan data diambil setiap 30 menit. *Set Point* yang digunakan menggunakan data perbedaan antara suhu dan *dew point* yaitu kurang dari 8,50°C maka ketiga alat *dehumidifier thermoelectric* aktif, 8,51°C - 9,20°C akan berganti menjadi dua alat *dehumidifier thermoelectric* aktif, 9,21°C – 10,20°C akan berganti menjadi satu alat *dehumidifier thermoelectric* yang aktif, dan ketika ketika melewati *set point* 10,20°C maka ketiga alat *dehumidifier thermoelectric* akan mati.



Gambar 8. Grafik data suhu, kelembaban, *dew Point*, dan perbedaan suhu dan *dew Point* Setelah *Dehumidifier Thermoelectric ON*

Bedasarkan grafik data suhu, kelembaban, *dew point*, dan perbedaan suhu dan *dew point* setelah *dehumidifier thermoelectric on*, kondisi hari pertama dimalam hari ketika kelembaban yang awalnya tinggi mencapai 70% mengalami penurunan setelah 30 menit pertama diangka 15,20%, setelah itu kelembaban konstan dikisaran 54,80%.

Ketika pagi hari sampai siang hari suhu perlahan mulai naik, kondisi ini mengakibatkan kelembaban kembali turun dikarenakan udara dapat menampung uap air akibat suhu yang tinggi. Pada siang hari sampai sore hari kelembaban mulai naik dikarenakan suhu perlahan mulai turun begitu juga hari kedua pada kondisi waktu yang sama. Dapat dilihat selisih dari suhu dan *dew point* yang cukup jauh sehingga kemungkinan terjadinya kondensasi sangat kecil didalam *junction Box*.

4. KESIMPULAN

Sistem *dehumidifier thermoelectric* berhasil mencegah kondensasi akibat kelembaban tinggi. Hal ini dibuktikan dengan penurunan kelembaban sebesar 15,20% saat alat beroperasi dan perbedaan suhu serta *dew point* yang dijaga optimal pada 10,20°C, sehingga kondensasi di dalam *junction Box* dapat diminimalisir. Selain itu, sistem *SCADA dehumidifier thermoelectric* pada *junction Box supply* utama *rubber tyred gantry crane* juga terbukti efektif. Sistem ini mampu melakukan pemantauan kinerja melalui *web monitoring*, kontrol otomatis berdasarkan set point, serta akuisisi data untuk memudahkan analisis dan pelaporan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada PT. Pelindo Terminal Petikemas TPK New Makassar atas dukungan fasilitas dan bantuan pendanaan hibah yang diberikan untuk mendukung proses penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. R. Sifonte dan J. V. Reyes-Picknell, *Reliability Centered Maintenance-Reengineered*. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017.: Productivity Press, 2017.
- [2] R. Lasri, L. Choukri, M. Bouhorma, I. Rojas, dan H. Pomares, "Reducing the Electrical Consumption in the Humidity Control Process for Electric Cells using an Intelligent Fuzzy Logic Controller," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 7, no. 12, hal. 329–336, 2016, doi: 10.14569/ijacsa.2016.071243.
- [3] J. Zhang, T. Shao, Y. Wang, dan J. Wang, "A New Type of Dehumidifier for Enclosed High-voltage Switchgear Cabinet," *TELKOMNIKA Indones. J. Electr. Eng.*, vol. 10, no. 7, hal. 1637–1643, 2012, doi: 10.11591/telkomnika.v10i7.1555.
- [4] S. T. Prihatnolo, A. Syakur, dan M. Facta, "Pengukuran Tegangan Tembus Dielektrik Udara pada Berbagai Sela dan Bentuk Elektroda dengan Variasi *Temperature* Sekitar," *J. Tek. Elektro Undip*, hal. 1–8, 2011.
- [5] K. Yudhy dan S. Aa, "Kaji Eksperimental Dehumidifier Portable Berbasis Termoelektrik," *J. Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 1, hal. 33–41, 2015.