

Perancangan Sistem Kontrol Otomatis dan Monitoring pada Ruang Pendingin dengan dua Sistem Refrigerasi Berbasis Web Menggunakan Dixell XR75CH dan Cataco

Design of Web-Based Automatic Control and Monitoring System on a Cold Room with Two Refrigeration Systems Using Dixell XR75CH and Cataco

Rico Adrian Nugraha*¹, Florentinus Budi Setiawan², Leonardus Heru Pratomo³, Slamet Riyadi⁴

¹*Program Studi SI Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia*

*¹Corresponding author: ricroadrian.nugraha@gmail.com,
²f.budi.s@unika.ac.id, ³leonardus@unika.ac.id, ⁴riyadi@unika.ac.id

Received on 09-09-2023, accepted on 14-05-2024, published on 29-07-2024

Abstrak

Jaman sekarang bahan pangan seperti buah, sayur, daging banyak beredar baik ekspor maupun impor, sehingga penyimpanan barang-barang tersebut dibutuhkan dalam bidang industri karena bila tidak dijaga dalam temperatur tertentu barang-barang tersebut akan rusak nilai jualnya. Karena itu peranan *cold room* sangat dibutuhkan di jaman sekarang. *Cold room* adalah suatu sistem pendinginan dalam ruangan yang dirancang menggunakan mesin kompresor, evaporator, dan komponen elektronik sebagai sistem kendalinya. Karena produk di dalam *cold room* sangatlah penting maka banyak rancangan *cold room* memiliki 2 sistem refrigerasi yang salah satu sistemnya sebagai backup bila sistem utama terjadi masalah. Masalahnya sistem backup masih dikendalikan manual dan sering terjadi masalah karena tidak pernah beroperasi. Perakitan modul kontrol *cold room* ini menggunakan thermostats XR75CH, XWEB500D-PRO, dan Cataco sebagai sistem kendalinya. Komponen tersebut dipilih sebagai sistem kendali otomatis untuk mengendalikan 2 sistem refrigerasi, memberikan jadwal untuk sistem utama dan backup untuk beroperasi dengan seimbang, sehingga berbeda dengan sistem kontrol konvensional. Dari hasil perancangan modul kontrol *cold room* ini sistem utama dan backup dapat beroperasi bergantian secara otomatis, fungsi *alarm* juga dapat memanggil sistem backup dengan baik, fungsi kendali, monitoring, dan pengumpulan data dalam setiap metode pengujian dapat diperoleh dalam bentuk grafik temperatur dengan satuan waktu yang diperoleh dari XWEB.

Kata kunci: Cold room, Kontrol, XR75CH, XWEB

Abstract

Nowadays, foodstuffs such as fruit, vegetables, meat are widely circulated both for export and import, so storing these goods is necessary in the industrial sector because if they are not kept at a certain temperature, these goods will lose their selling value. A cold room is an indoor cooling system designed using a compressor, evaporator, electronic components as a control system. Many cold room designs have 2 refrigeration systems, one of which is a backup system if a problem occurs with the main system. The problem is that the backup system is still controlled manually and problems often occur because it never operates. This cold room control module assembly uses

XR75CH, XWEB500D-PRO, Cataco as the control system. This component was chosen as an automatic control system to control 2 cooling systems, providing a schedule for the main and backup systems to operate in a balanced manner. From the results of designing the cold room control module, the main and backup systems can operate automatically, the alarm function can call the backup system properly, the control, monitoring, data collection functions in each test method can be obtained in the form of a temperature graph in units of time, obtained from XWEB.

Keywords: Cold room, Control, XR75CH, XWEB

I. PENDAHULUAN

Pada kehidupan sehari-hari peranan refrigerasi sangatlah penting dan dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan industri penyimpanan dan pendistribusian suatu produk. Dengan adanya proses refrigerasi maka suatu produk dapat disimpan tanpa menurunkan kualitas dan mutu produk hingga waktu yang lama. Seiring berkembangnya zaman teknologi di bidang refrigerasi, sangat dibutuhkan dan banyak keuntungan bagi manusia. Salah satu teknologinya yaitu *cold room*, dengan adanya *cold room* maka penyimpanan produk dalam jumlah yang banyak dapat terpenuhi khususnya dalam bidang industri [1].

Cold room merupakan sebuah ruangan pendingin yang dirancang khusus dengan kondisi temperatur tertentu. *Cold room* biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendinginkan, mengawetkan, dan mempertahankan mutu produk. Produk berupa bahan beku seperti sayur, buah, ikan, ayam, es krim dan bahan beku lainnya [2].

Pada pembuatan *cold room* dibutuhkan adanya modul kontrol yang umumnya modul kontrol konvensional bekerja untuk memberikan perintah kepada kompresor dan evaporator sehingga dapat bekerja sesuai temperatur yang dituju dan menjadi suatu sistem refrigerasi itu sendiri tanpa adanya sistem pengamanan bila salah satu kompresor atau evaporator terjadi masalah dan belum dilengkapi dengan sistem kendali dan monitoring secara *real time* yang bisa diakses oleh banyak perangkat komunikasi (smartphone, laptop, dan PC).

Perancangan kontrol modul ini ditujukan untuk membuat suatu sistem refrigerasi sebuah *cold room* yang menjalankan dua sistem refrigerasi yang berjalan di sebuah *cold room* dengan tujuan memiliki satu sistem utama dan satu sistem sebagai backup. Pada implementasinya di lapangan pada saat sistem utama terjadi masalah sering terjadi sistem backup tersebut gagal untuk beroperasi karena tidak pernah beroperasi dalam jangka waktu yang lama, hal ini bisa terjadi karena bila suatu sistem tidak beroperasi dalam waktu yang lama maka akan terjadi macet pada kompresornya, sehingga mengakibatkan barang yang disimpan dalam *cold room* jadi rusak dan tidak dapat digunakan, bila hal tersebut terjadi maka dapat merugikan konsumen yang menyimpan produknya di dalam *cold room*. Sehingga perancangan sistem kontrol otomatis dan monitoring pada *cold room* menggunakan Dixell XR75CH dan Cataco ini akan sangat berguna dan dibutuhkan khususnya dalam bidang industri.

Pada perancangan modul kontrol ini dipilih beberapa komponen utama yaitu dua buah thermostat Dixell XR75CH sebagai kontroler untuk sistem utama dan backup, Cataco yang berfungsi memberikan jadwal pada thermostat utama dan backup untuk kapan harus beroperasi dan tambahan fitur keamanan lainnya, dan Dixell XWEB500D-PRO yang berfungsi sebagai sistem kendali dan monitoring berbasis web yang dapat diakses pada jaringan lokal (LAN) menggunakan perangkat smartphone, laptop, dan PC.

Pengembangan sistem kontrol ini bertujuan untuk membuat suatu sistem refrigerasi pada *cold room* yang memiliki dua sistem yaitu sistem utama dan backup yang dapat bekerja dengan baik, efisien, dan adanya tambahan berbagai fitur keamanan serta sistem kendali dan monitoring berbasis web yang dapat diakses oleh banyak perangkat yang terhubung oleh jaringan lokal (LAN).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Modul kontrol ini dirancang dan digunakan sebagai kendali dan *alarm* pada sistem refrigerasi utama maupun backup. Refrigerasi merupakan suatu sistem yang dibuat untuk mencapai serta menjaga temperatur lebih rendah dari temperatur atmosfer [3]. Mesin refrigerasi yang berfungsi sebagai mesin pengkondisian udara atau air conditioning digunakan untuk mengkondisikan suatu ruang dengan memanfaatkan efek pendinginan dari evaporator melalui kompresor dan gas freon yang mengalir di dalam sistem sehingga dapat mengubah temperatur ruang sesuai dengan target yang sudah ditentukan [4]. Mesin refrigerasi adalah

salah satu jenis mesin konversi energi, karena sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pendinginan, dan panas yang dihasilkan dalam proses tersebut dibuang oleh sistem untuk memenuhi prinsip-prinsip termodinamika sehingga sistem refrigerasi dapat bekerja [5].

A. Sistem Kontrol pada *Cold Room*

Pada rangkaian kontrol listrik terdiri dari komponen listrik yang berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan beban listrik pada kompresor dan evaporator. Komponen dalam rangkaian kontrol antara lain: Thermostat, kontaktor dan overload, selector switch On-Off, lampu indikator, *push button*, dan PTC Temperatur Sensor. Pada umumnya rangkaian kontrol pada sistem refrigerasi kompresi berfungsi mengontrol kerja motor penggerak kompresor, *heater*, *fan*, dan evaporator. Pada prakteknya di lapangan motor kompresor, evaporator, *fan* dan *heater* dikontrol oleh satu komponen utama saja yaitu thermostat. Fungsi thermostat juga hanya dapat mengatur jalannya proses refrigerasi dalam satu sistem saja, belum terdapat komponen lain untuk menggabungkan serta mengatur jalannya sistem refrigerasi bila terdapat lebih dari satu sistem refrigerasi di dalam sebuah *cold room*.

Pada perancangan sistem kontrol *cold room* ini digunakan komponen tambahan yang dapat mengatur dua sistem refrigerasi dalam sebuah *cold room* yaitu Cataco dan digunakannya thermostat Dixell XR75CH dan Dixell XWEB500D-PRO sebagai dukungan pengendalian jarak jauh.

Pada sebuah *cold room* juga dilengkapi berbagai komponen pengaman, antara lain : *Overload*, *Hi-lo pressure safety* kontrol (HPC/LPC), *Oil Level/oil Pressure*, *Time Delay Relay*, *Phase Failure Relay*, *No Fuse Breaker*, dan *Magnetic Circuit Breaker*. Bila ada salah satu komponen kontrol tersebut aktif, maka motor kompresor, *heater*, *fan*, dan evaporator tidak akan bekerja [6]. Namun komponen pengaman tersebut hanya berfungsi untuk memutus sumber listrik pada komponen refrigerasinya saja tanpa ada kendali pada sistem lainnya. Namun dengan ditambahkan nya cataco maka keamanan akan lebih baik karena dapat mengendalikan semua sistem untuk bekerja sesuai kondisi yang diperlukan.

B. Komponen dalam Kontrol Panel

Dalam perancangan modul kontrol terdapat beberapa komponen utama yang digunakan, beberapa komponen tersebut diantaranya :

a. *Thermostat Dixell XR75CH*

Untuk mengendalikan temperatur pada *cold room* dan rangkaian elektronik pada panel kontrol secara otomatis dibutuhkan suatu alat, yaitu Thermostat. Thermostat adalah suatu mikrokontroler yang berfungsi untuk mengatur temperatur dan memberi perintah kepada kontaktor dan *overload* kontaktor saat kondisi tertentu yang sudah diatur. Alasan Dixell XR75CH ini digunakan adalah karena cocok pada penggunaan kontrol *cold room* yang memerlukan total 2 buah sensor temperatur dan dapat terintegrasi dengan modul Dixell XWEB500D-PRO [7].



Gambar 1. Thermostat Dixell XR75CH

Bisa dilihat pada Gambar 1 cara kerjanya yaitu ketika temperatur pada *cold room* masih diatas dari temperatur target maka thermostat akan memerintahkan kontaktor evaporator dan kompresor untuk hidup terlebih dahulu kemudian pada saat temperatur pada evaporator sudah sesuai target maka *Eliwell* akan memerintahkan kontaktor *fan* untuk hidup mencapai temperatur *cold room* yang sesuai target [8]. Pada saat

temperatur *cold room* sudah sesuai target maka thermostat akan memerintahkan kontaktor evaporator, kompresor, dan *fan* untuk mati dengan tujuan menjaga ruang agar temperatur tetap terjaga sesuai target. Thermostat juga bekerja melakukan defrost secara otomatis setiap harinya, defrost adalah proses pemanasan pada evaporator guna mencegah bunga es yang menghambat kerja dari *fan* evaporator sehingga kerja evaporator dan kompresor tetap optimal mencapai temperatur target. Thermostat hanya akan memerintahkan kontaktor *heater* untuk hidup pada kurun waktu beberapa jam sesuai yang ditentukan, saat sudah tercapai kemudian Thermostat menghidupkan kembali evaporator dan kompresor secara normal [9].

b. *Dixell XWEB500D-PRO*

Peranan Dixell XWEB500D-PRO sangat dibutuhkan pada perancangan modul *cold room* ini sebagai kontrol unit yang dapat menghubungkan kedua thermostat Dixell XR75CH dengan jaringan lokal (LAN) berbasis web. Penggunaan Dixell XWEB pada modul kontrol ini berfungsi sebagai kendali dan monitoring sistem refrigerasi utama maupun backup. Komponen ini dapat mengatur semua parameter pada thermostat Dixell XR75CH seperti *set point* temperatur, sebagai pengaturan on-off kompresor, defrost, dan dapat mengubah semua parameter lainnya. Komponen ini juga memiliki fungsi monitoring berupa temperatur *set point*, dan temperatur *cold room*, kondisi kompresor dan evaporator, keterangan bila ada nyala *alarm*, dan grafik data temperatur yang sudah dicapai oleh sistem dalam satuan waktu tertentu [10].

Sistem kendali pada Dixell XWEB500D-PRO ini memanfaatkan jaringan lokal (LAN) berbasis web yang dapat diakses melalui perangkat *smartphone*, laptop, dan pc yang sudah tersambung ke jaringan lokal (LAN). Akses ke jaringan lokal tersebut dapat memakai koneksi kabel atau nirkabel (wifi) [11].

c. *Cataco*

Salah satu komponen yang penting dalam modul kontrol *cold room* ini adalah cataco. Cataco ini bekerja untuk memberikan jadwal kepada thermostat 1 sebagai thermostat utama dan thermostat 2 sebagai backup untuk beroperasi sesuai dengan jadwal. Dalam perancangan modul kontrol ini jadwal yang digunakan untuk thermostat 1 dan 2 akan beroperasi secara bergantian setiap 20 menit, jadi setiap sistem akan beroperasi selama 20 menit sebelum digantikan oleh sistem yang lain. Fungsi ini dibuat supaya kompresor dan evaporator pada sistem utama dan backup memiliki *running time* yang sama, sehingga dapat dipastikan semua sistem yang berjalan pada *cold room* dalam kondisi prima tanpa ada kendala bila dibutuhkan dalam kondisi darurat. Fungsi ini membuat kedua sistem jalan secara seimbang, karena pada prakteknya di lapangan sering dijumpai sistem backup gagal untuk beroperasi karena tidak pernah beroperasi dalam jangka waktu yang lama hal ini dikarenakan motor pada kompresor macet, bila hal itu terjadi maka barang yang ada di dalam *cold room* bisa rusak dan tidak dapat digunakan. Maka dari itu peranan cataco ini bisa memberi solusi pada sebuah *cold room* dengan 2 sistem di dalamnya, selain itu cataco juga memiliki fungsi sebagai *alarm change over*.

d. *Magnetic Circuit Breaker*

Pada perancangan modul kontrol ini digunakan MCB dengan kapasitas 6 ampere karena beban yang digunakan hanya sistem kontrol saja sehingga tidak memerlukan MCB dengan kapasitas yang lebih besar. Peranan MCB adalah sebagai jalur awal adanya sumber PLN ke semua komponen yang ada pada *cold room*. Pada perancangan modul kontrol *cold room* ini sangat penting digunakan karena sebagai pengaman dan pemutus sumber PLN 1 fasa yang akan masuk ke thermostat, cataco, dan Dixell XWEB500D-PRO yang ada pada modul kontrol ketika terjadi adanya *overload* dan *short circuit* pada sumber PLN, MCB difungsikan sebagai pengaman utama, selain itu bila terjadi kerusakan atau adanya servis pada mesin *cold room* MCB digunakan untuk memutus semua tegangan ke semua komponen kelistrikan yang ada [12].

Adapun prinsip kerjanya bila MCB mendeteksi adanya *overload* pada beban atau *short circuit* sehingga akan terjadi lonjakan arus yang besar, ketika koil pada MCB dialiri oleh arus yang melebihi kapasitasnya maka MCB akan memutus aliran listrik dengan memanfaatkan arus yang berlebih menjadi magnet induksi yang dapat menarik logam supaya arus listrik bisa terputus [13].

e. *PTC Temperatur Sensor*

Untuk memonitoring temperatur pada *cold room* dan evaporator sehingga thermostat bisa bekerja secara otomatis berdasarkan variable temperatur, maka dibutuhkan adanya sensor temperatur. Sensor temperatur yang digunakan adalah PTC (*positive temperatur coefficient*). Temperatur sensor karena memiliki akurasi

yang tinggi, *range* pembacaan yang luas, dan waktu pembacaan yang singkat dibandingkan dengan sensor temperatur yang lainnya [14]. Sensor PTC yang terhubung pada thermostat Dixell XR75CH ada 2 buah dimana masing-masing ditempatkan di dalam *cold room* dan evaporator. Karena memiliki 2 variabel temperatur dalam 1 sistem kontrol, maka monitoring temperatur lebih akurat dan sesuai dengan penggunaan thermostat pada *cold room* [15].

III. METODE PENELITIAN

Perancangan modul kontrol *cold room* seperti Gambar 2 dibawah ini, dilakukan dalam beberapa tahap dan juga diperlukan perancangan modul *cold room* dan pembuatan user interface XWEB. Dengan adanya perancangan modul *cold room* ini dapat menunjukkan sistem kerja modul kontrol serta dapat disimulasikan pada *cold room* seperti *cold room* yang ada di lapangan dengan akurat. Pembuatan user interface XWEB ini berfungsi sebagai penghubung seorang operator dengan modul kontrol melalui web yang dapat diakses oleh jaringan lokal.



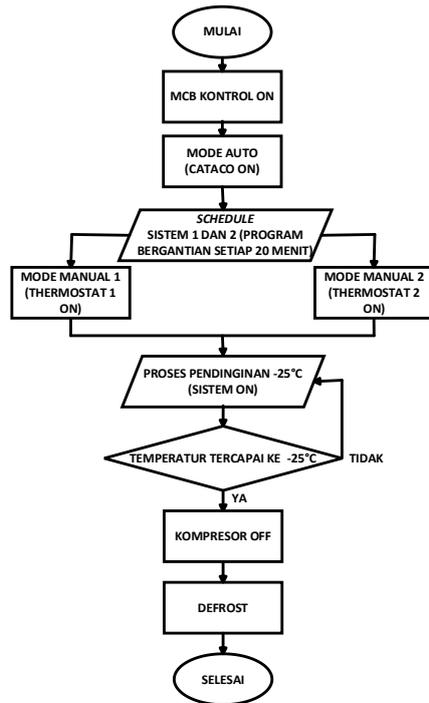
Gambar 2. Komponen pada Modul Kontrol

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif yang dimana pada bab ini akan dijelaskan proses perancangan modul kontrol, modul *cold room*, dan pembuatan user interface XWEB yang meliputi proses kerja dan wiring diagram pada perancangan, dan dijelaskan cara kerja pada setiap mode nya yang disertakan deskripsi pada setiap parameter hasil pengujian dan simulasi dalam penelitian ini.

A. Modul Kontrol

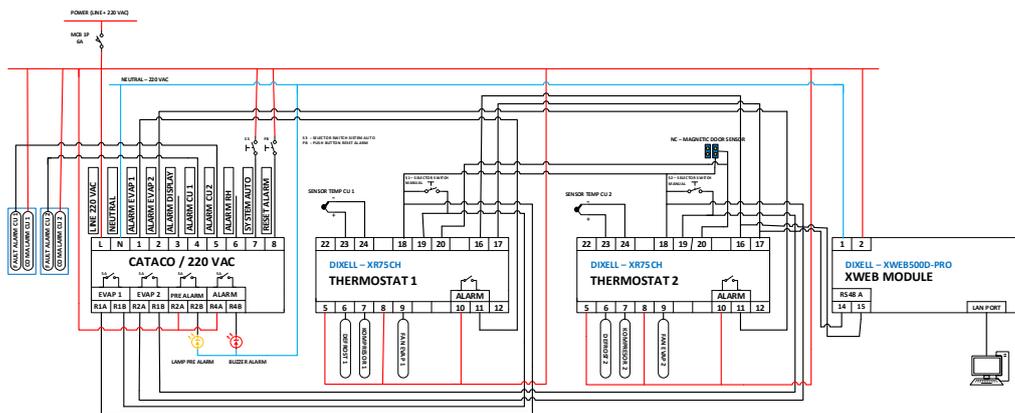
Perancangan modul kontrol ini sebagai pusat dari kendali yang di dalamnya terdapat thermostat, modul XWEB, cataco, beberapa *pilot lamp*, dan *selector switch*.

Pada Gambar 3 MCB kontrol 6A dibuka, dan mode manual dioperasikan maka thermostat Dixell XR75CH akan menyala untuk memberikan perintah kepada kompresor, *fan*, dan evaporator untuk menyala secara berurutan untuk menghasilkan temperatur target yang dicapai. Setelah temperatur pada *cold room* sudah mencapai target, maka mesin kompresor akan OFF hingga temperatur *cold room* mengalami kenaikan dan kompresor akan ON kembali sesuai setting temperatur diferensial. Mode *auto* diputar ke ON maka Cataco akan beroperasi untuk membagi kerja thermostat utama dan backup sesuai dengan jadwal. Saat sistem beroperasi secara manual maupun *auto* kendali dan monitoring juga dapat dilakukan menggunakan modul XWEB yang tersambung pada kedua thermostat. Selama proses pendinginan akan ada proses pencairan bunga es (*defrost*) sebanyak 4 kali dalam 24 jam proses ini akan mematikan kompresor, *fan*, dan evaporator dan menyalakan *Heater* pada *cold room*.



Gambar 3. Flowchart Cara Kerja Modul Kontrol

Berikut merupakan wiring diagram rancangan modul kontrol ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Wiring Diagram Komponen Modul Kontrol

Gambar 4 Wiring Diagram Komponen Modul Kontrol modul kontrol ini memiliki 2 sistem kerja yaitu sistem auto dan manual kedua mode tersebut memiliki fungsi dan tujuannya masing sesuai dengan skenario yang dibutuhkan di lapangan.

a. Mode Manual

Dalam mode manual sistem hanya berjalan secara individu, thermostat hanya menjalankan kompresor dan evaporator dalam satu sistem refrigerasi saja. Ada 2 selector switch mode manual ini masing-masing fungsinya untuk menghidupkan sistem utama dan backup secara terpisah. Mode ini digunakan untuk menjalankan atau mematikan sistem secara individu saat keadaan spesifik dibutuhkan.

Ketika modul kontrol pertama kali diberi daya dan selector switch manual diputar ke posisi on maka Thermostat dan modul XWEB akan menyala diikuti dengan indikatornya. Terdapat 2 sensor temperatur yaitu pada temperatur cold room dan temperatur evaporator. Saat temperatur target diatur ke -25°C pada thermostat dan kedua temperatur sensor belum mencapai temperatur tersebut maka thermostat akan

memberikan perintah kepada kompresor dan evaporator untuk hidup, saat kompresor sudah hidup. Kompresor dan evaporator akan terus menyala hingga temperatur sensor pada evaporator mencapai temperatur -25°C . Kemudian saat sensor temperatur pada evaporator sudah mendekati -25°C maka *fan* evaporator akan hidup hingga sensor temperatur pada *cold room* sudah mencapai -25°C ketika temperatur *cold room* sudah dibawa -25°C maka secara otomatis thermostat akan memberi perintah untuk mematikan kompresor dan evaporator kecuali untuk *fan* sehingga disini evaporator dan kompresor juga akan mati. Kemudian ketika temperatur pada *cold room* sudah naik diatas -25°C maka cara kerja yang sama akan diulang kembali untuk mendapatkan temperatur *cold room* dibawah -25°C .

b. *Mode Auto*

Dalam mode *auto* ini kedua sistem pada *cold room* akan berjalan menjadi satu sistem. Mode ini akan menghidupkan cataco terlebih dahulu kemudian cataco akan bekerja menggabungkan thermostat 1 dan 2. Cataco ini yang mengatur kedua sistem pada *cold room* untuk beroperasi secara bergantian sesuai jadwal. Pada saat cataco ini bekerja memberi perintah menjalankan sistem lainnya untuk bergantian beroperasi, cataco ini tidak langsung mematikan sistem yang sudah beroperasi sebelum digantikan sistem lainnya, namun pada saat jadwal bergantian cataco akan menghidupkan kedua sistem yang ada untuk beroperasi bersamaan selama 1 menit sebelum sistem yang sudah beroperasi sebelumnya digantikan sepenuhnya oleh sistem lainnya. Hal ini bertujuan untuk mengurangi beban kerja pada sistem yang akan menggantikan sistem yang sudah beroperasi sebelumnya, karena terjadinya defrensiasi temperatur yang terjadi sehingga sistem yang menggantikan akan beroperasi dengan beban yang berat, sehingga fungsi ini juga bertujuan menghilangkan defrensiasi temperatur di dalam *cold room* tersebut.

Selain itu pada keadaan spesifik cataco ini bekerja sebagai *alarm change over*, *alarm change over* ini berfungsi saat ada *alarm* yang nyala dari sistem 1 maupun 2 akan langsung memanggil sistem lainnya untuk beroperasi. *Alarm* akan nyala bila terjadi error atau malfungsi dari kompresor, *fan*, maupun evaporator dari kedua sistem pada *cold room*. Fungsi lain dari cataco ini juga dapat difungsikan sebagai *alarm* pada pintu *cold room*, *alarm* bila terjadi lonjakan atau penurunan temperatur yang sudah di tentukan, bila ini terjadi maka cataco akan memberi perintah untuk kedua sistem untuk beroperasi bersamaan. *Alarm* pada cataco ini berbunyi dari *buzzer* yang ada pada modul kontrol dan dapat dilihat dari XWEB melalui jaringan lokal (LAN).

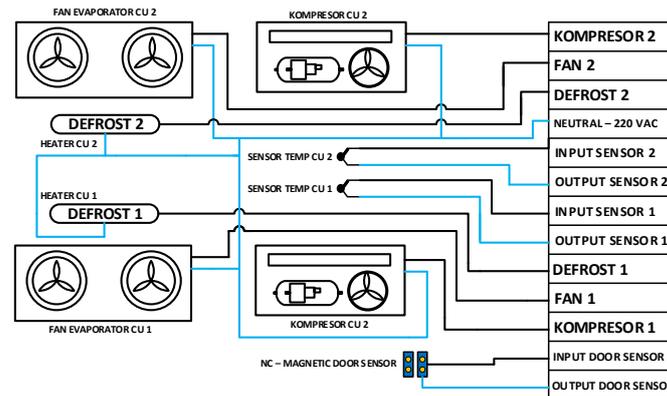
c. Defrost

Proses defrost akan terjadi 4 kali dalam 24 jam. Proses defrost berfungsi sebagai pencairan bunga es pada evaporator karena bila mesin selalu berjalan mencapai temperatur diferensial yang diatur maka akan muncul bunga es yang banyak sehingga proses defrost sangat dibutuhkan untuk mencapai temperatur target pada *cold room*. Proses defrost mematikan kompresor, *fan*, dan evaporator kemudian menyalakan *heater* selama ± 30 menit kemudian menjalankan sistem secara normal kembali.

B. Modul *Cold Room*

Modul *cold room* ini dirancang dengan tujuan dapat memberikan visualisasi sebuah *cold room* yang memiliki 2 sistem refrigerasi sehingga dengan dibuatnya modul ini dapat menunjukkan sistem kerja modul kontrol ini serta dapat disimulasikan saat digunakan pada *cold room* di lapangan.

Material pada modul *cold room* ini semua menggunakan bahan akrilik, terdapat 2 bagian pada perancangan modul *cold room* ini yaitu lantai *cold room* dan bangunan *cold room*. Pada lantai *cold room* menggunakan akrilik berwarna putih berukuran 50×45 cm dengan ketebalan 5 mm dan untuk bangunan *cold room* menggunakan akrilik transparan dengan ketebalan 4 mm dibentuk seperti kubus berukuran $42 \times 30 \times 20$ cm dengan sisi depan dipasang engsel sebagai pintu *cold room*. Posisi kompresor berada di belakang *cold room* kemudian posisi potensio pengukuran temperatur ada di sisi bagian kanan *cold room*.



Gambar 5. Wiring Diagram Komponen Modul *Cold Room*

Gambar 5 Modul *cold room* ini dirancang dengan tujuan dapat memberikan visualisasi saat modul kontrol digunakan di lapangan. Modul *cold room* memberi simulasi pada *cold room* yang menggunakan 2 sistem refrigerasi di dalamnya. Modul *cold room* ini dapat bekerja sebagaimana mestinya bila sudah disambungkan dengan modul kontrol sesuai dengan pin *input* nya. Bila modul kontrol menghidupkan sistem 1 maupun 2 maka modul *cold room* inilah yang akan memberi *output* secara visual. Pada modul *cold room* ini terdapat 2 komponen *input* yang akan dibaca pada modul kontrol yaitu sensor magnet sebagai *input* untuk *trigger alarm* dan potensio sebagai *input* temperatur sistem 1 dan 2.

C. Kendali dan Monitoring XWEB

XWEB merupakan sebuah media berbasis WEB yang berfungsi sebagai kontrol penuh dan monitoring saat sistem sedang beroperasi. Komponen yang dibutuhkan sebagai kendali XWEB ini adalah Dixell XWEB500D-PRO yang dihubungkan pada thermostat Dixell XR75CH pada pin 16 (*input*) dan 17 (*output*). Kelebihan dari sistem kontrol ini dibanding sistem kontrol yang konvensional yakni adanya XWEB. Dengan XWEB ini seorang operator dapat mengakses kendali dari modul kontrol namun tidak harus pada lokasi modul kontrol berada, hal ini dapat dilakukan karena XWEB ini dapat diakses dimanapun dengan syarat telah terhubung dengan jaringan lokal yang sama dengan XWEB tersebut. WEB ini dapat diakses menggunakan perangkat seperti smartphone, laptop, atau PC.

Pengaplikasian XWEB dalam perancangan modul kontrol ini dapat digunakan sebagai media kontrol dan monitoring yang cepat dan efisien. Sebagai contoh untuk penggunaan sebagai kendali jarak jauh XWEB ini bisa mengatur semua parameter yang ada pada thermostat Dixell XR75CH seperti temperatur *set point*, *differential* temperatur, *high alarm*, *low alarm*, *differential alarm*, dan *alarm delay*.

Selain sebagai media kontrol XWEB ini juga dapat digunakan untuk sistem monitoring. Contoh dari sistem monitoring tersebut yaitu dapat memonitoring bila terjadi *alarm* yang nyala dari seluruh sistem di dalam *cold room*, monitoring temperatur di dalam *cold room*, memonitoring kondisi *fan* evaporator dan kompresor apakah menyala. XWEB ini juga dapat digunakan sebagai media untuk pengambilan data secara akurat, seperti data temperatur dalam satuan waktu tertentu yang ditampilkan dalam grafik, sehingga dengan fungsi ini dapat dipastikan *cold room* beserta sistem di dalamnya selalu dalam pantauan secara efisien.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan ditunjukkan hasil perancangan modul kontrol, modul *cold Room*, Perancangan XWEB dan simulasi dari modul kontrol yang sudah dibuat. Pengujian dan simulasi dilakukan menggunakan modul *cold Room* dan hasil analisis statistik akan disajikan dalam bentuk grafik pengujian *output* temperatur dalam satuan waktu. Hasil dari analisis statistik diperoleh dari keluaran data report melalui XWEB yang meliputi grafik temperatur pada pengujian mode manual selama 30 menit, pengujian mode *auto* selama 2 jam, dan pengujian fungsi *alarm*.

Berbeda dengan panel kontrol *cold room* yang sudah ada di lapangan, karena belum adanya hasil keluaran statistik mengenai keluaran temperatur yang dihasilkan oleh sistem, karena data yang diambil harus menggunakan metode manual yang dilihat pada layer thermostat pada panel kontrol.

A. Hasil Perancangan Modul Kontrol

Pembuatan modul kontrol *cold room 3* menggunakan Dixell XR75CH dilakukan dengan menentukan posisi komponen-komponen yang ada dalam modul kontrol dan penempatan komponen dibuat dengan rapi terutama untuk adanya jalur kabel antar komponen. Pada panel tersebut, sistem yang dirancang dibagi menjadi dua jalur pengkabelan, yaitu jalur power dan jalur kontrol. Jalur power maupun jalur kontrol, sumber *input* yang digunakan semua komponen pada modul kontrol ini menggunakan tegangan 220 VAC adapun jalur kontrol adalah jalur yang akan dilewati untuk perangkat kontrol seperti *push button*, *selector switch*, cataco, XWEB500D-PRO, dan Dixell XR75CH yang dilalui oleh sumber tegangan PLN 1 fasa. Hasil diperoleh dari proses pembuatan secara langsung di lapangan.



Gambar 6. Modul Kontrol

Pada Gambar 6 ditunjukkan letak dari indikator-indikator, Thermostat Dixell XR75CH, dan *selector switch* beserta keterangannya pada bagian depan modul kontrol dan dapat dilihat *pilot lamp* yang digunakan sebagai indikator akan menyala sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan. Bila daya 220 VAC diberikan maka indikator line akan menyala dan saat *selector switch auto* atau manual dinyalakan maka thermostat akan menyala dan mengendalikan kompresor 1 dan 2 kemudian evaporator dan *fan* akan bekerja sesuai dengan perintah thermostat diikuti dengan indikator yang akan menyala ketika setiap sistem beroperasi.

B. Hasil Perancangan Modul Cold Room



Gambar 7. Modul Cold Room

Pada Gambar 7 ditunjukkan komponen-komponen yang terdapat pada modul *cold room* ini, antara lain ada 2 unit kompresor yang pada modul ini disimulasikan menggunakan motor DC 12V yang diposisikan dibagian belakang cold room, 2 set *fan* evaporator yang disimulasikan dengan 4 buah *fan* AC 220V

berukuran 9 mm yang dirangkai seri setiap set nya, sehingga terdapat 2 buah *fan* dalam 1 set nya, *fan* evaporator ini berada di dalam *cold room* dengan posisi *fan* evaporator 1 berhadapan dengan *fan* evaporator 2, untuk defrost pada modul ini digunakan indikator *pilot lamp* berukuran 6 mm berwarna merah dan dipasang di samping *fan* evaporator, 1 buah sensor magnet yang dipasang pada pintu *cold room* sebagai trigger *alarm*, untuk sensor temperatur pada sistem 1 dan 2 disini masing-masing menggunakan potensio 3 kaki dengan kapasitas 100k dengan konfigurasi pin input pada potensio masuk ke pin 23 pada thermostat dan pin output masuk ke pin 24 pada thermostat, potensio ini digunakan untuk menggantikan sensor temperatur supaya temperatur bisa diatur dengan mudah sesuai kebutuhan tanpa berpatokan pada temperatur disekitar modul cold room, dan 11 buah terminal blok TR10 sebagai pin input dan output yang digunakan untuk menyambungkan modul *cold room* dengan modul kontrol.

C. Hasil Perancangan XWEB



Gambar 8. User Interface XWEB

Pada Gambar 8 ditunjukkan hasil perancangan website XWEB sebagai kendali dan monitoring sistem pada *cold room*. XWEB ini dapat menampilkan *user interface* sesuai dengan kebutuhan, pada perancangan XWEB untuk modul kontrol *cold room* ini dibuat supaya bisa menampilkan kedua sistem refrigerasi pada satu halaman, parameter yang ditampilkan yaitu temperatur *set point*, temperatur *real time*, keterangan komponen yang ada apakah sedang beroperasi, dan keterangan mengenai *alarm* yang sedang aktif. Selain itu terdapat tombol perintah untuk mematikan seluruh sistem baik sistem 1 maupun sistem 2, dan dapat memberikan perintah defrost kepada kedua sistem tersebut.

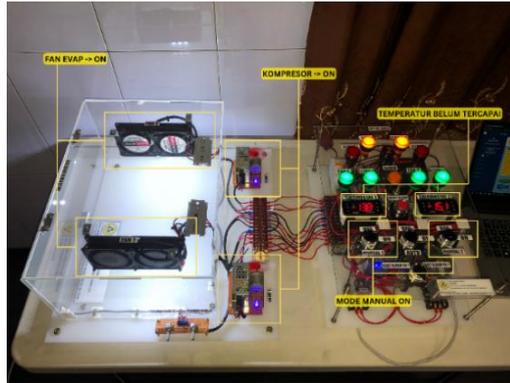
Pada XWEB ini juga terdapat visual dari *cold room* itu sendiri meliputi *fan* evaporator dan kompresor dan juga dituliskan temperatur *real time* dari kedua sistem tersebut. Bila pada *fan* evaporator dan kompresor beroperasi maka masing-masing akan diberi tanda berupa keterangan dan animasi sebuah motor bekerja, hal ini bertujuan untuk memberi tahu keadaan evaporator dan kompresor pada setiap sistem apakah sedang dalam kondisi beroperasi atau tidaknya secara visual.

D. Hasil Pengujian dan Simulasi

Pengujian dan simulasi ini dilakukan untuk menunjukkan semua fungsi dari modul kontrol, sehingga hasil pengujian dibagi menjadi 3 yaitu pengujian mode manual, *auto*, dan fungsi *alarm*, pengujian ini dapat menunjukkan semua fungsi pada *cold room* berjalan dengan baik serta dilengkapi pengambilan sampel data dari XWEB yang diperoleh dari jalannya modul *cold room* tersebut.

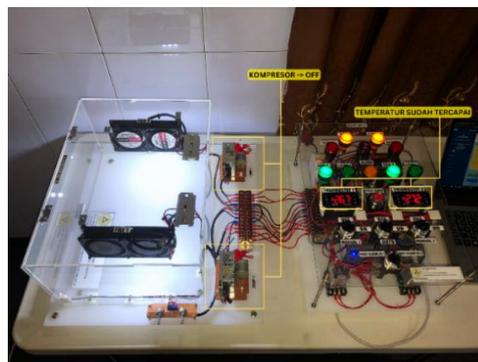
a. Pengujian Mode Manual

Pada perancangan modul kontrol *cold room* ini dilakukan pengujian dan simulasi kerja modul kontrol dengan modul *cold room* yang diasumsikan sebagai beban kompresor 1 dan 2, *fan* evaporator, dan *heater*. Untuk memicu sensor temperatur ketika temperatur pada *cold room* dan evaporator sudah tercapai atau belum, digunakan potensio 3 kaki dengan kapasitas 100k. Temperatur target yang diatur pada simulasi ini adalah -25°C.



Gambar 9. Pengujian Mode Manual Sebelum Mencapai Temperatur Target

Pada Gambar 9 ditunjukkan pengujian mode manual yang dilakukan pada sistem 1 dan 2, dapat dilihat pada Gambar 9 temperatur pada sistem 1 dan 2 masing-masing $-13,8^{\circ}\text{C}$ dan $-15,1^{\circ}\text{C}$, keduanya masih dibawah temperatur target yaitu -25°C sehingga *fan* evaporator dan kompresor pada kedua sistem beroperasi untuk mencapai temperatur targetnya yaitu -25°C .



Gambar 10. Pengujian Mode Manual Sesudah Mencapai Temperatur Target

Gambar 10 menunjukkan pada saat temperatur pada sistem 1 dan 2 sudah diatas temperatur target -25°C maka sistem akan mematikan kompresor pada kedua sistem tersebut. Temperatur diferensial yang diatur pada kedua sistem ini yaitu sebesar 5°C sehingga pada saat kompresor mati maka temperatur secara perlahan akan naik. Pada saat kenaikan temperatur hingga -20°C maka kompresor akan beroperasi kembali untuk mencapai temperatur target dan jika temperatur sistem 1 dan 2 sudah diatas temperatur target maka kompresor akan kembali mati.



Gambar 11. Grafik Temperatur Pengujian Mode Manual Selama 30 Menit

Sesuai dengan fungsi sebagai media monitoring XWEB dapat menunjukkan grafik temperatur dalam pengujian mode manual selama 30 menit baik pada sistem 1 maupun 2 dengan akurat. Pada Gambar 11 dapat disimulasikan temperatur *cold room* mula-mula -13°C lalu dimenit ke 20 temperatur *cold room* turun mencapai -25°C kemudian naik hingga -20°C sebelum temperatur turun kembali ke -25°C . Hal ini terjadi karena sistem diatur memiliki temperatur diferensial sebanyak 5°C .

b. Pengujian Mode Auto



Gambar 12. Kondisi *Selector Switch* saat Mode Auto

Mode *auto* ini dapat bekerja saat *selector switch* mode *auto* pada posisi on dan *selector switch* sistem 1 dan 2 dalam kondisi off seperti pada Gambar 12. Mode *auto* ini bekerja untuk memberikan jadwal kapan sistem 1 dan 2 beroperasi. Komponen yang mengatur jalannya mode *auto* adalah cataco, pada pengujian ini cataco memberikan jadwal setiap 20 menit sistem yang beroperasi akan digantikan sepenuhnya dengan sistem lainnya.



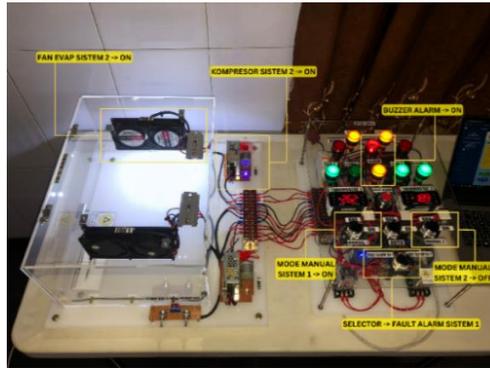
Gambar 13. Grafik Temperatur Pengujian Mode Auto selama 2 Jam

Pada Gambar 13 ditunjukkan hasil pengujian mode *auto* dalam grafik temperatur selama 2 jam. Pada awal pengujian sistem 1 dengan grafik berwarna biru beroperasi terlebih dahulu pada temperatur awal $-15,9^{\circ}\text{C}$ kemudian pada 20 menit pertama sistem 1 digantikan oleh sistem 2 yang berwarna merah. Dapat terlihat proses pergantian sistem, cataco memanggil sistem 2 sebelum sistem 1 mati. Hal ini berfungsi menghindari kenaikan temperatur pada *cold room*. Sehingga dengan mode *auto* sistem 1 dan 2 dapat beroperasi bergantian sesuai jadwalnya tanpa menimbulkan adanya kendala pada temperatur di dalam *cold room*.

c. Pengujian Fungsi Alarm

Pada pengujian fungsi *alarm* ini akan disimulasikan bila terjadi nyala *alarm*. Pada saat terjadi nyala *alarm* maka sistem akan secara otomatis memanggil sistem lainnya atau membuat supaya kedua sistem untuk beroperasi, hal ini berfungsi saat ada kerusakan pada salah satu sistem maka sistem lainnya akan beroperasi secara otomatis supaya temperatur di dalam *cold room* tidak mengalami kenaikan, supaya produk di dalam *cold room* tetap aman dan terjaga.

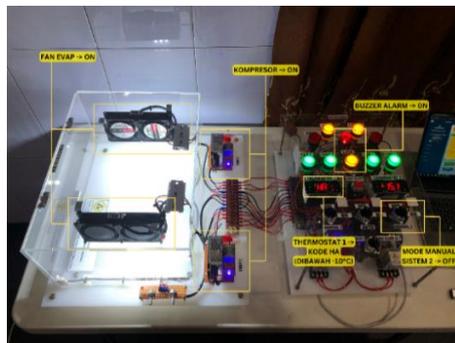
a. Fault Alarm



Gambar 14. Pengujian Fault Alarm Sistem 1

Pada Gambar 14 dapat dilihat simulasi dari *fault alarm* cu 1 atau kegagalan pada sistem 1. Hal ini dapat disimulasikan menggunakan *selector switch* yang sudah tersambung dengan cataco dan dihubungkan dengan relay 220 VAC 8 kaki. Sehingga saat *selector switch* dalam posisi ini maka *fan* evaporator dan kompresor pada sistem 1 akan mati dan sistem akan mendeteksi bahwa ada masalah pada sistem tersebut. Jika hal ini terjadi maka cataco akan memanggil sistem 2 untuk beroperasi menggantikan sistem 1 dan *buzzer alarm* akan berbunyi.

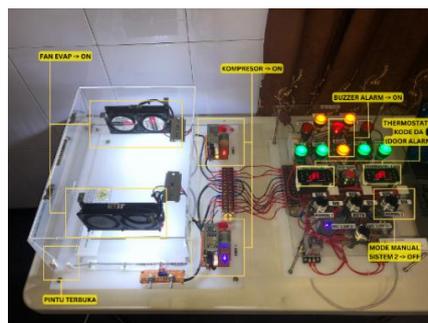
b. High Temperatur Alarm



Gambar 15. Kondisi Pengujian saat Fault Alarm Sistem 1 Menyala

High alarm akan nyala bila temperatur dari salah satu sistem naik melebihi batas yang sudah ditentukan yaitu -10°C . Pada Gambar 15 menunjukkan temperatur pada sistem 1 saat melebihi -10°C maka pada thermostat menunjukkan kode HA dan cataco akan memanggil sistem 2 supaya beroperasi untuk membantu kerja dari sistem 1 agar dapat mencapai temperatur target dengan cepat.

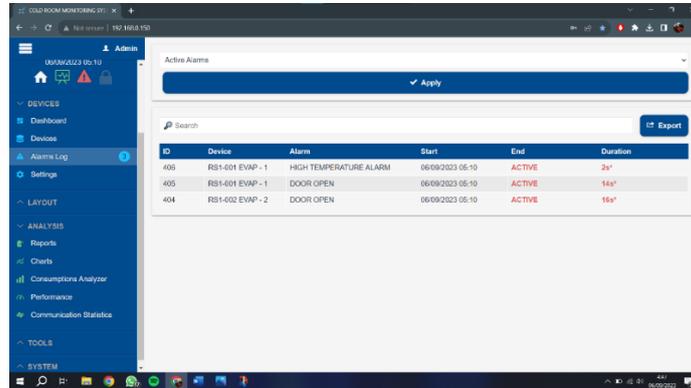
c. Door Open Alarm



Gambar 16. Pengujian Door Open Alarm

Ditunjukkan pada Gambar 16 pada saat pintu *cold room* terbuka maka hal itu memicu nyala *alarm*, sehingga cataco akan memanggil sistem 2 untuk beroperasi bersamaan dengan sistem 1. Hal ini berfungsi jika pintu *cold room* terbuka maka akan terjadi potensi kenaikan temperatur di dalam *cold room*, maka sistem lainnya membantu mencegah kenaikan temperatur yang terjadi pada *cold room*.

d. *Alarm* pada XWEB



ID	Device	Alarm	Start	End	Duration
406	RS1-001 EVAP - 1	HIGH TEMPERATURE ALARM	06/09/2023 05:10	ACTIVE	24"
405	RS1-001 EVAP - 1	DOOR OPEN	06/09/2023 05:10	ACTIVE	164"
404	RS1-002 EVAP - 2	DOOR OPEN	06/09/2023 05:10	ACTIVE	164"

Gambar 17. Data *Alarm* yang sedang Aktif pada XWEB

Ditunjukkan pada Gambar 17 pada saat *cold room* mendeteksi adanya nyala *alarm* maka pada XWEB juga akan muncul tanda bahwa sedang terjadi nyala *alarm*. Pengujian *alarm* XWEB ini disimulasikan *high* temperatur dan *door open alarm* nyala secara bersamaan, maka pada XWEB juga terdapat keterangan bahwa terdeteksi ada *alarm* dengan masalah temperatur tinggi dan pintu *cold room* sedang terbuka.



Gambar 18. Grafik Temperatur Pengujian *Alarm* selama 30 Menit

Pada Gambar 18 ditunjukkan bahwa *alarm* dapat berfungsi dengan baik, cataco memanggil sistem 2 untuk dapat beroperasi saat ada nyala *alarm*. Ditunjukkan pada grafik temperatur selama 30 menit di awal saat pengujian *fault alarm* cu 1 terdeteksi maka sistem 2 berhasil beroperasi, saat sistem 1 dibawah -10°C sistem 2 juga beroperasi, dan jika pintu *cold room* terbuka maka kedua sistem akan beroperasi.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan simulasi pada perancangan modul kontrol *cold room* ini dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil perancangan dapat berjalan dengan baik dan efisien. Salah satu komponen yang penting dalam modul *cold room* ini adalah cataco. Komponen ini dapat bekerja menggabungkan 2 sistem pada *cold room* menjadi satu sistem dengan metode penjadwalan antar sistem tanpa mempengaruhi temperatur di dalam *cold room*. Selain itu modul kontrol ini juga dapat memberikan peringatan berupa *alarm* dan pemberitahuan pada XWEB bila terjadi nyala *alarm* dari *cold room* dan sistem yang beroperasi.

Penerapan XWEB juga dapat berfungsi dengan baik sebagai media kontrol dan monitoring yang akurat dan efisien. Sehingga kondisi *cold room* dapat terpantau dan terkontrol dengan fleksibel karena dapat

dipantau dan dikontrol melalui banyak perangkat yang terhubung dengan jaringan lokal. Data yang dihasilkan dari pengujian mode manul selama 30 menit, mode *auto* selama 2 jam, dan fungsi *alarm* dapat disajikan dalam diagram grafik dengan akurat.

Perancangan modul kontrol *cold room* ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk *cold room* yang memiliki 2 sistem di dalamnya yang salah satu sistemnya sebagai backup, memiliki tingkat keamanan yang baik, dan memiliki media kontrol dan monitoring yang semuanya dapat bekerja dengan baik, efisien, dan akurat sehingga dapat memberikan gambaran suatu *cold room* yang pintar dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M. Pramuda, N. Sirodz, dan L. Balqis, "Perancangan Cold Storage Untuk Sayuran Buncis Dengan Kapasitas 10 Ton (Studi Kasus Di Lembang, Jawa Barat)," 2021.
- [2]. D. S. Ramdan dan M. Naufal Wijaksana, "KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer Sistem Monitoring Temperatur Cold Storage Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino dan Visual Basic," vol. 01, no. 03, hlm. 107–112, 2017.
- [3]. M. Adrian dan O. Firdaus Homzah, "Analisa Perbandingan Kinerja Mesin Pendingin Air Conditioner Kapasitas 2 Hp Menggunakan Refrigeran R22, R290 Dan R407C," Jurnal PETRA, vol. 1, no. 1, hlm. 1–10, 2015.
- [4]. Z. Djafar dan W. H. Piarah, "Analisa Kinerja Mesin Refrigerasi Rumah Tangga Dengan Variasi Refrigeran," Jurnal Teknologi Terapan], vol. 3, no. 2, 2017.
- [5]. H. Ginting dkk., "Temperatur Sistem Pendingin Siklus Kompresi Uap Terhadap Perubahan Beban Pendinginan Dengan Penambahan Kondensor Dummy Sebagai Water Heater," 2014.J. K. Author, "Title of chapter in the book", in Title of His Published Book, xth ed. City of Publisher, Country if not
- [6]. A. Najmurokhman, "Prototipe Pengendali Temperatur Dan Kelembaban Untuk Cold Storage Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 Dan Sensor DHT11," 2018, doi: 10.24853/jurtek.10.1.73-82.Author. (year, month). Title. Journal. volume (issue), pages. Available: site/path/file
- [7]. D. Untuk, S. Teknik, dan J. Teknik Mesin, "Pengaruh Thermostat Terhadap Kinerja Mesin Bensin Pada Mobil Pick Up Carry Futura Skripsi Bidang Otomotif Program Studi Teknik Mesin," 2020.J. K. Author, "Title of dissertation", Ph.D. dissertation, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State, (year).
- [8]. D. Feriyanto, S. Alva, R. Vikaliana, dan A. S. Kristanto, "Analisis Sistem Pendingin Menggunakan Thermostat Dan Tanpa Thermostat Dalam Pencapaian Panas Mesin Pada Alat Uji Prestasi," Jurnal Rekayasa Mesin, vol. 13, no. 3, hlm. 637–646, Des 2022, doi: 10.21776/jrm.v13i3.757.
- [9]. P. Nasi dkk., "Pengaruh Thermostat dan Thermal Fuse Pada Produk The Effect of Thermostat and Thermal Fuse on Rice Cooker Product on User Safety," 2021.
- [10]. A. Amir, dan M. Nur Faisal, "Abtstract: Design and Application of Control System on Distance Electronic Equipment Based on," 2015.
- [11]. Y. Arta, "Implementasi Intrusion Detection System Pada Rule Based System Menggunakan Sniffer Mode Pada Jaringan Lokal," IT Journal Research and Development, vol. 2, no. 1, 2017.
- [12]. R. Kumiawan dkk., "Informatika Perancangan Alat Monitoring Arus Pada Circuit Breaker Dengan Menggunakan Sensor ACS712 dan Tampilan LCD," Jurnal Informatika, Manajemen dan Komputer, vol. 10, no. 1, 2018.
- [13]. E.- Permata dan D. Aditama, "Sistem Kendali On/Off Circuit Breaker 150 kV AD20 Tipe 8DN2 di PT. Krakatau Daya Listrik," Energi & Kelistrikan, vol. 12, no. 1, hlm. 65–73, Jun 2020, doi: 10.33322/energi.v12i1.920.
- [14]. Y. Alif, K. Utama, S. St, U. Widya, dan K. Surabaya, "Perbandingan Kualitas Antar Sensor Temperatur dengan Menggunakan Arduino Pro Mini," Jurnal NARODROID, vol. 2, no. 2, 2016.
- [15]. W. Safira, dan Rahmad Lahuddin, F. Sains dan Teknologi, U. Ar-Raniry, B. Aceh, dan F. Tarbiyah dan Keguruan, "Analisis Perbedaan Temperatur dan Resistansi pada Termistor PTC dengan Menggunakan Media Dingin dan Media Panas," 2022.