BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

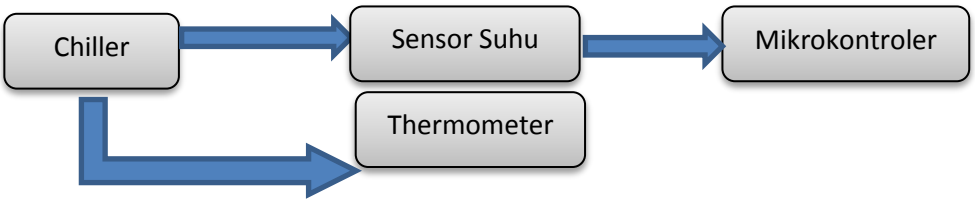
Pada bagian ini membahas analisis dan pengjian unjuk kerja sistem yang telah dirancang, serta interaksi keseluruhan peralatan-peralatan tersebut sehingga dapat dilakukan proses *monitoring* dan *controlling* pada *chiller* selain itu pada bagian ini akan dijelaskan mengenai hasil yang diperoleh dari penggunaan sistem yang telah dibuat dan perbandingan dari sistem sebelumnya.

4.1 Pengujian Komponen

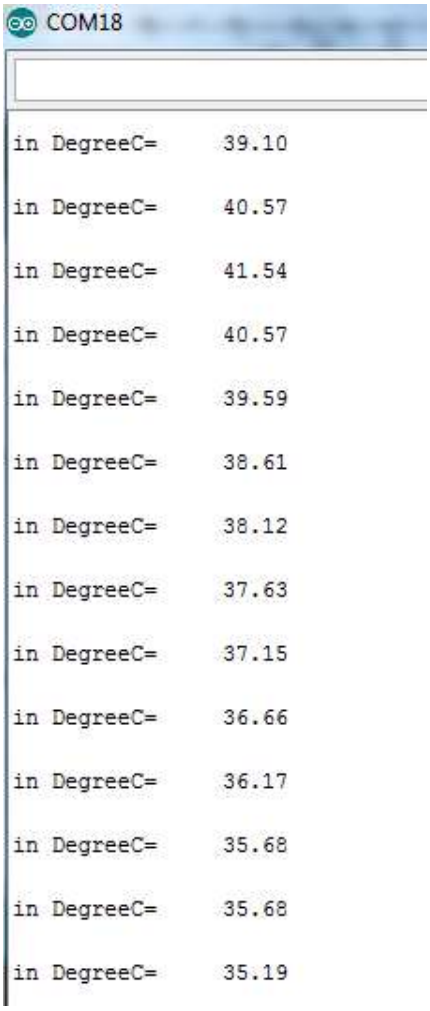
Pengujian dilakukan untuk mengetahui komponen dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat digunakan, pengujian yang dilakukan terhadap komponen komponen utama yang dapat mempengaruhi unjuk kerja sistem *chiller.*

4.1.1 Pengujian Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan bertujuan untuk mengetahui suhu yang sedang dicapai ataupun dihasilkan oleh *chiller* yang menjadi acuan dan batasan kerja ketika suhu yang terbaca sesuai dengan suhu yang ingin dicapai, sehingga pengguna dapat mengetahui suhu yang telah dicapai ataupun suhu ruangan yang dihasilkan oleh *chiller* tersebut. Pada gambar dibawah dapat dilihat suhu yang terbaca oleh sensor yang digunakan secara *real time* menggunakan fungsi dari *serial monitor* yang terdapat pada aplikasi arduino mega.



Gambar 4.1 *Setup* Pengujian Suhu



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Sensor Suhu Pada Program

Berikut ini merupakan data dari hasil perbandingan dan pengujian sensor suhu PTC ataupun PT100 dengan *thermometer*.

Table 4.1 Perbandingan Sensor PTC Dengan *Thermometer*

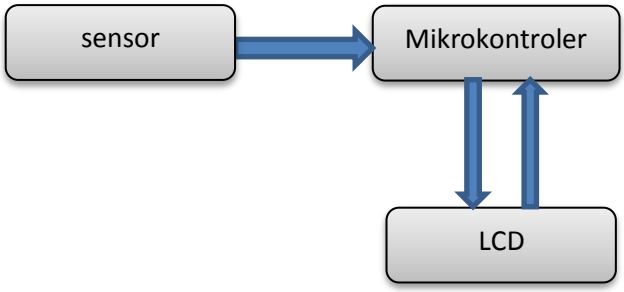
No	Thermometer (°C)	PTC (°C)	No	Thermometer (°C)	PTC (°C)
1	39 °C	39.10 °C	11	36 °C	36.17 °C
2	41 °C	40.57 °C	12	36 °C	35.68 °C
3	41 °C	41.54 °C	13	36 °C	35.68°C
4	41 °C	40.57 °C	14	35 °C	35.19 °C
5	40 °C	39.59 °C	15	35 °C	34.81 °C
6	39 °C	38.61 °C	16	34 °C	34.13 °C
7	38 °C	38.12 °C	17	33 °C	33.42 °C
8	38 °C	37.63 °C	18	32 °C	32.15 °C
9	37 °C	37.15 °C	19	31 °C	31.41 °C
10	37 °C	36.66 °C	20	30 °C	30.10 °C

Pada hasil dari pengukuran dan perbandingan di atas dapat dilihat bahwa hasil dari pengukuran sensor PTC presisi dengan hasil dari pengukuran *thermometer*.

4.1.2 Pengujian LCD

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bahwa LCD dalam keadaan baik dan dapat digunakan untuk menampilkan data yang dikirim oleh mikrokontroler sekaligus

sebagai pengirim data yang kemudian data tersebut akan diolah sebagai acuan dalam pencapaian dari hasil pengontrolan yang dilakukan.



Gambar 4.3 *Setup* Pengujian LCD

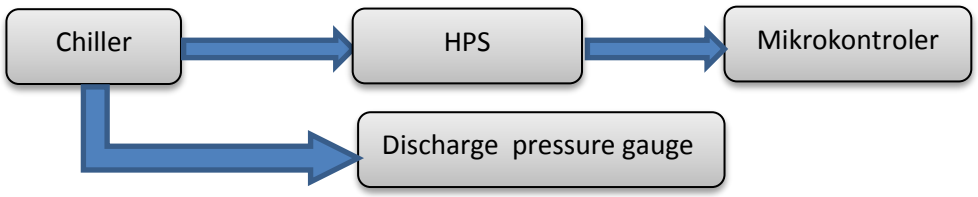


Gambar 4.4 Pengujian LCD

Gambar 4.2 merupakan hasil dari pengujian LCD yang telah dilakukan dan sesuai dengn program yang dibuat sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa LCD tersebut telah berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat digunakan.

4.1.3 Pengujian *High Pressure Switch*

High Pressure Switch (HPS) adalah sebuah alat pengaman ketika tekanan *refrigerant* terlalu tinggi cara kerja instrumen ini ketika mendapat tekanan yang melebihi pengaturan HPS maka kontak pada instrumen ini akan memutus secara otomatis, adapun hasil pengujian HPS tampak pada tabel berikut



Gambar 4.5 *Setup* Pengujian HPS



Gambar 4.6 Pengujian HPS

Table 4.2 Percobaan Instrumen *High Pressure Switch*

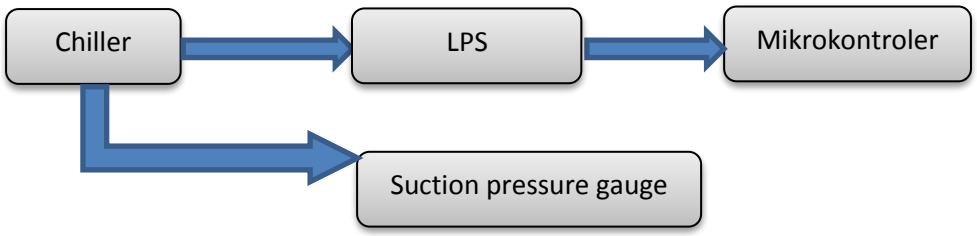
No.	Suction pressure gauge	Set value HPS	diferensial	Cut on	Cut off
1	252 psig	250 psig	2	248 psig	252 psig

2	258 psig	253 psig	5	248 psig	258 psig
3	240 psig	237 psig	3	234 psig	240 psig
4	247 psig	242 psig	5	237 psig	247 psig
5	243 psig	239 psig	4	235 psig	243 psig

Berdasarkan data tabel di atas sistem pengaman pada HPS berfungsi atau dapat digunakan untuk mengamankan jika terjadi tekanan berlebih pada *chiller.*

4.1.4 Pengujian *Low Pressure Switch*

Pengujian *Low Pressure Switch* (LPS) dengan cara merubah-rubah pengaturan nilai pada instrumen ini dan dibandingkan dengan pembacaan dari *discharge pressure gauge.*



Gambar 4.7 *Setup* Pengujian LPS



Gambar 4.8 Pengujian LPS

Adapun hasil pengujian pada instrumen LPS yang telah dilakukan tertera pada tabel berikut ini.

Table 4.3 Percobaan Instrumen *Low Pressure Switch*

No.	Suction pressure gauge	Set value LPS	diferensial	Cut off	Cut on
1	60 psig	62 psig	2	60 psig	64 psig
2	57 psig	62 psig	5	57 psig	67 psig
3	55 psig	58 psig	3	55 psig	61 psig
4	52 psig	57 psig	5	52 psig	59 psig
5	50 psig	54 psig	4	50 psig	58 psig
6	45 psig	48 psig	3	45 psig	51 psig
7	30 psig	32 psig	2	30 psig	32 psig
8	30 psig	34 psig	4	30 psig	38 psig

Data yg terdapat pada tabel diatas ketika tekanan yang terbaca oleh *suction pressure gauge* menunjukan nilai yang sama dengan pengaturan pada LPS dengan diferensial tertentu kemudian kontak yang terdapat pada instrumen ini akan memutus, hal tersebut menandakan bahwa instrumen ini dapat bekerja dengan baik.

4.1.5 Pengujian *Oil Pressure Switch*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji instrumen OPS untuk mengetahui kinerja dari intrumen tersebut, adapun data dari pengujian instrumen ini tampak pada tabel berikut ini.



Gambar 4.9 Pengujian OPS

Adapun analisis dari kinerja intrumen OPS yang telah terhubung dengan *chiller* tampak pada tabel berikut ini.

Table 4.4 Percobaan Instrumen *Oil Pressure Switch*

N0.	Tekanan Refrigeran	Tekanan Oli kompresor	Eksekusi
1	60 psig	35 psig	On

2	60 psig	30 psig	Off
3	50 psig	40 psig	0ff
4	35 psig	60 psig	Off
5	55 psig	23 psig	Off
6	53 psig	35 psig	Off

Pada tabel reaksi dari sistem OPS sesuai dengan kinerja dari sistem tersebut dimana tekanan refrigerant harus berada pada 60 psig sedangkan tekanan oli harus berada pada 35 psig, dikarenakan jika tekanan refrigeran dan tekanan oli tidak sesuai dengan seharusnya maka akan merusak piston yang terdapat pada kompresor.

4.1.6 Pengujian *Low Level Switch*

Pada dasarnya instrumen ini hanya memanfaatkan ketinggian air untuk menekan saklar yang terdapat pada instrumen ini untuk membuat debit air agar tetap pada ketinggian tertentu sesuai dengan pemasangan instrumen ini ketika debit air melebihi atau kurang dari instrumen ini maka saklar yang terdapat pada instrumen ini akan terpurus sehingga pompa yang menambah debit air akan berhenti. Pada *chiller* instrumen ini digunakan didalam *colling tower* agar air yang masuk ke dalam evaporator tetap dalam jumlah yang sama sehingga pendinginan yang dilakukan oleh *chiller* dapat tetap setabil, adapun hasil dari pemanfaatan instrumen ini tampak pada tabel berikut.



Gambar 4.10 *Colling Tower*

Table 4.5 Percobaan Instrumen *Low Level Switch*

No.	Instrumen LLS	Diferensial	Cut off	Cut on
1	3 m	1 m	2 m & 4 m	2,1 m – 3,9 m
2	4 m	1 m	3 m & 5 m	3,1 m – 4,9 m
3	5 m	1 m	4 m & 6 m	4.1 m – 5.9 m
4	6 m	1 m	5 m & 7 m	5,1 m – 6,9 m
5	7 m	1 m	6 m & 8 m	6,1 m – 7,9 m

Dari data tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa instrumen ini dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan sistem kerja instrumen tersebut, sehingga instrumen ini dapat digunakan sebagai mana mestinya.

4.1.7 Pengujian *Over Load*

Pada gambar berikut dilakukan pengujian *Over load* dengan menghubungkan TOR (*Thermal Over Load Relay*) dengan motor yang digunakan kemudian memberikan beban lebih terhadap motor tersebut dan hasil dari percobaan tersebut kemudian membuat kompresor berhenti bekerja menadakan bahwa kompresor sedang mengalami beban berlebih biasanya kondisi seperti ini TOR akan langsung mematikan motor.



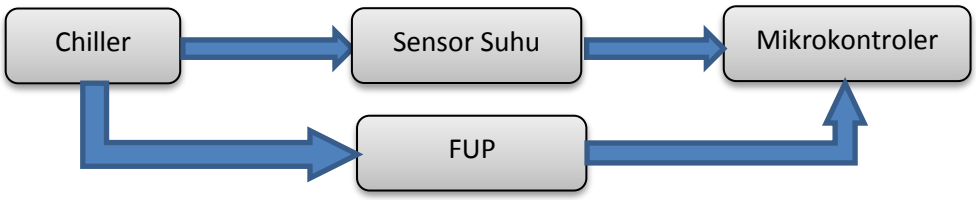
Gambar 4.11 *Setup* Pengujian *Over Load*



Gambar 4.12 Pengujian *Over Load*

4.1.8 Pengujian *Freeze Up Protection*

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan sensor suhu dengan instrumen FUP untuk mengetahui kinerja dari instrumen ini dengan cara merubah-rubah nilai suhu dari instrumen tersebut kemudian membuat suhu yang terbaca sama dengan nilai dari instrumen tersebut adapun pembacaan suhu dan pembacaan instrumen dilakukan oleh mikrokontroler.



Gambar 4.13 *Setup* Pengujian *Freeze up*

Table 4.6 Percobaan Instrumen *Freez Up Protection*

No.	Sensor Suhu	Freeze Up Protection	Eksekusi
1	5 °C	5 °C	Off
2	6 °C	6 °C	Off
3	7 °C	7 °C	Off
4	8 °C	8 °C	Off
5	9 °C	9 °C	Off
6	10 °C	10 °C	Off
7	11 °C	11 °C	Off

Berdasarkan hasil percobaan di atas dapat disimplkan bahwa instrumen ini dapat digunakan dan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya sebagai pengaman terakhir jika terjadi masalah pada *chiller* yang terus menurunkan suhu melebihi kapasitas *chiller* tersebut.

4.2 Pengujian Kontrol *Chiller*

Alat yang telah dibuat kemudian dihubungkan dengan *chiller* untuk melakukan pengujian sistem kontrol *chiller*.



Gambar 4.14 Pengujian *Chiller*

Pada gambar di atas menunjukan instrumen untuk memonitor *chiller* telah terhubung sehingga pada bagian *input* menunjukan parameter-parameter yang akan dimonitoring dan pada bagian menu *run info* telah menunjukan semua instrumen *redy* ataupun *chiller* telah siap untuk di kontrol.

Ketika semua sistem telah siap maka pengguna dapat memasukan suhu yang ingin dicapai pada menu *operation,* kemudian setelah pengguna menekan tombol *save* maka nilai dari suhu yang akan dicapai muncul pada bagian SV.



Gambar 4.15 Pengaturan *Set Value*

Setelah tombol *start* ditekan maka *chiller* akan bekerja untuk mencapai suhu yang telah ditentukan sebelumnya, kemudian *chiller* akan bekerja secara terus menurus dengan ruang kerja suhu di antara *run minimum* dan *run maximum* dan kemudian akan berhenti bekerja ketika tombol *stop* ditekan. Adapun gambar berikut ini yang menunjukan pada saat *chiller* telah mencapai suhu yang ditentukan atau suhu sesuai dengan *run minimum*.



Gambar 4.16 Pencapaian Suhu Yang di Inginkan

Meskipun jenis pendingin berbeda beda akan tetapi pengontrollan ini dapat digunakan untuk semua jenis pendingin seperti *chiller* dengan sistem pendinginan udara, pendinginan air, juga untuk jenis pendingin ruangan lainnya seperti AC dan *chiller* AHU.

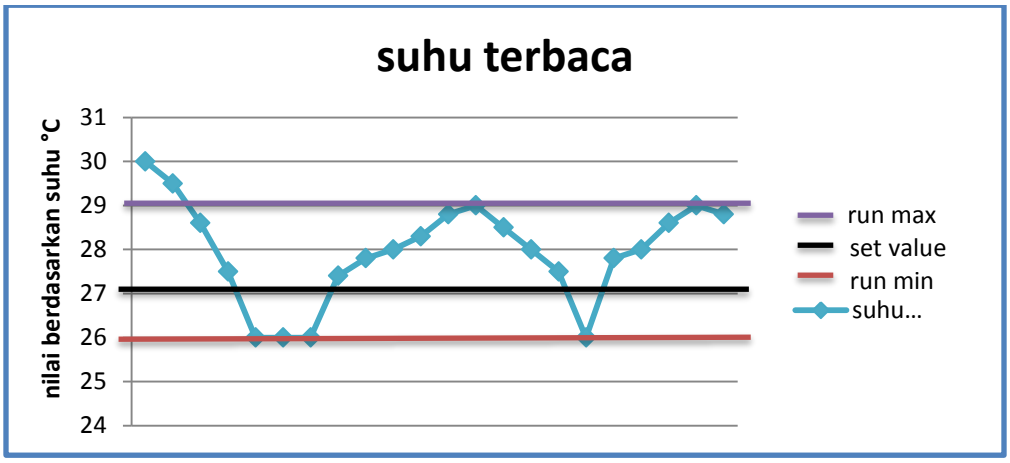
4.3 Analisis Unjuk Kerja *Chiller*

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil pengontrolan yang telah dilakukan dengan melihat hasil dari kinerja *chiller,* pengambilan data dari sistem ini dilakukan dengan mengubah nilai dari suhu yang ingin dicapai. Adapun hasil dari pengukuran tersebut tampak seperti pada gambar dibawah ini.

Table 4.7 Percobaan Pertama Unjuk Kerja *Chiller*

No.	Suhu Terbaca	No.	Suhu Terbaca
1	30 °C	12	28.8 °C
2	29.5 °C	13	29 °C
3	28.6 °C	14	28.5 °C
4	27.5 °C	15	28 °C

5	26 °C	16	27.5 °C
6	26 °C	17	26 °C
7	26 °C	18	27.8 °C
8	27.4 °C	19	28 °C
9	27.8 °C	20	28.6 °C
10	28 °C	21	29 °C
11	28.3 °C	22	28.8 °C

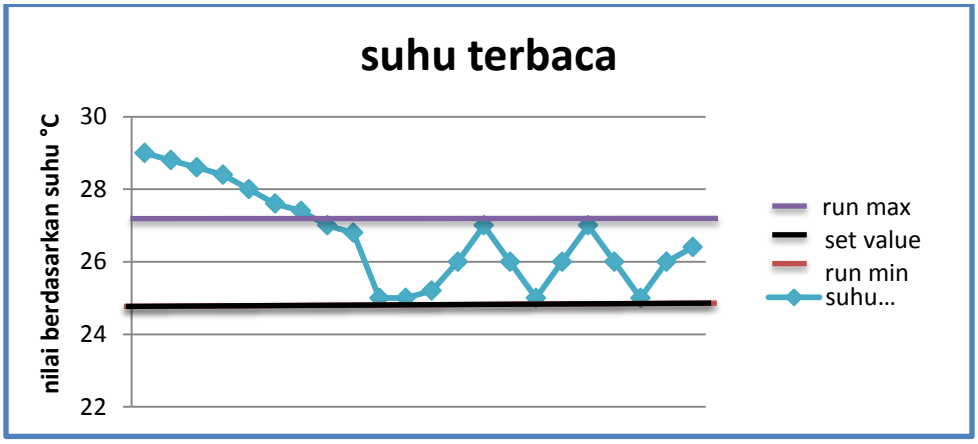


Gambar 4.17 Grafik Percobaan Pertama Unjuk Kerja *Chiller*

Gambar 4.18 adalah percobaan yang dilakukan pertama kali dengan memasukan nilai *run max* sebesar 29 °C, SV 27 °C dan *run min* 26 °C , suhu yang sebelumnya berada pada 30 °C berangsur-angsur turun sampai dengan target pencapaian atau batas *run min* kemudian naik kembali sampai batas *run max*.

Table 4.8 Percobaan Kedua Unjuk Kerja *Chiller*

No.	Suhu Terbaca	No.	Suhu Terbaca
1	29 °C	12	25.2 °C
2	28.8 °C	13	26 °C
3	28.6 °C	14	27 °C
4	28.4 °C	15	26 °C
5	28 °C	16	25 °C
6	27.6 °C	17	26 °C
7	27.4 °C	18	27 °C
8	27 °C	19	26 °C
9	26.8 °C	20	25 °C
10	25 °C	21	26 °C
11	25 °C	22	26.4 °C

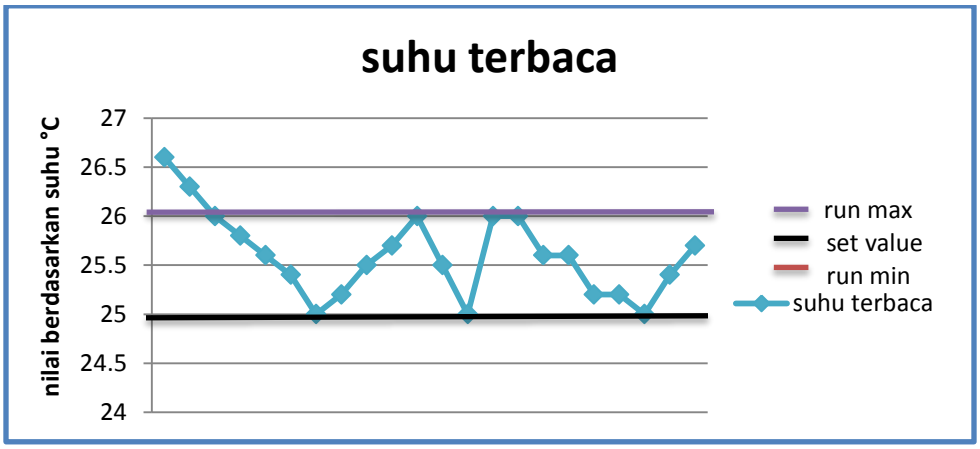


Gambar 4.18 Grafik Percobaan Kedua Pada*Chiller*

Pada gambar diatas pengaturan *run max* berada pada 27 °C, dan SV berada pada 25 °C yang mengakibatkan perubahan area kerja dari *chiller* untuk menyesuaikan dengan pengaturan selanjutnya, ketika *run max* dirubah menjadi 26 °C maka suhu yang sedang menuju 27 °C berubah menurun kembali sampai dengan suhu berada pada 25 °C kejadian perubahan tersebut tampak pada gambar berikut ini.

Table 4.9 Percobaan Ketiga Unjuk Kerja *Chiller*

No.	Suhu Terbaca	No.	Suhu Terbaca
1	26.6 °C	12	25.5 °C
2	26.3 °C	13	25 °C
3	26 °C	14	26 °C
4	25.8 °C	15	26 °C
5	25.6 °C	16	25.6 °C
6	25.4 °C	17	25.6 °C
7	25 °C	18	25.2 °C
8	25.2 °C	19	25.2 °C
9	25.5 °C	20	25 °C
10	25.7 °C	21	25.4 °C
11	26 °C	22	25.7 °C



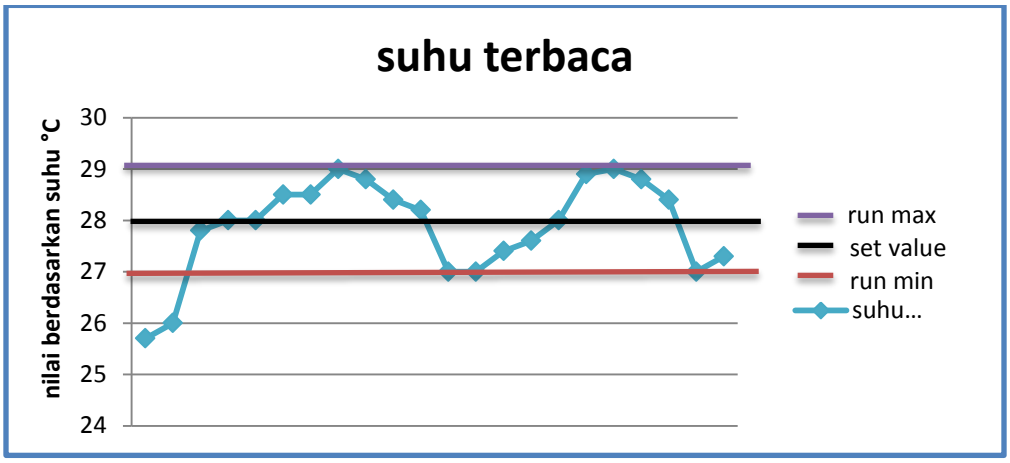
Gambar 4.19 Grafik Percobaan Ketiga Unjuk Kerja *Chiller*

Perubahan-perubahan nilai untuk menentukan are kerja *chiller* dilakukan beberapa kali untuk mengetahui apa yang terjadi ketika nilai nilai tersebut dirubah, pada gambar dibawah ini menujukan ketika merubah nilai suhu minimum melebihi nilai suhu yang sedang tercapai, hasilnya suhu terus naik sampai dengan nilai *run max* yang telah ditentukan kemudian kembali turun sampai dengan suhu *run min*.

Table 4.10 Percobaan Keempat Unjuk Kerja *Chiller*

No.	Suhu Terbaca	No.	Suhu Terbaca
1	25.7 °C	12	27 °C
2	26 °C	13	27 °C
3	27.8 °C	14	27.4 °C
4	28 °C	15	27.6 °C
5	28 °C	16	28 °C
6	28.5 °C	17	28.9 °C

7	28.5 °C	18	29 °C
8	29 °C	19	28.8 °C
9	28.8 °C	20	28.4 °C
10	28.4 °C	21	27 °C
11	28.2 °C	22	27.3 °C

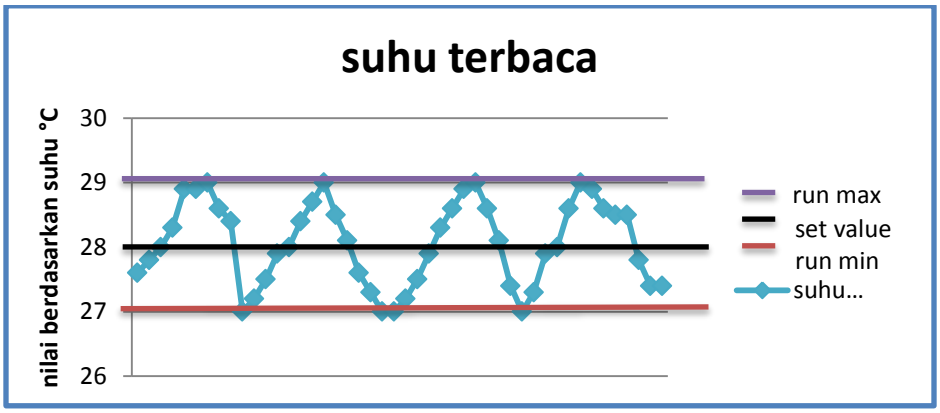


Gambar 4.20 Grafik Percobaan Unjuk Kerja *Chiller*

Berdasarkan analisis dari beberapa percobaan dapat dikatakan bahwa *chiller* dapat dikontrol untuk mencapai area kerja yang telah ditentukan, adapun ketika sistem dibiarkan lebih lama tanpa merubah nilai-nilai suhu yang dinginkan *chiller* bekerja sesuai dengan nilai-nilai sebelumnya, adapun gambar dari grafik yang mnunjukan ketika nilai-nilai tersebut tidak dirubah tampak seperti pada gambar dibawah ini.

Table 4.11 Percobaan Kelima Unjuk Kerja *Chiller*

No.	Suhu Terbaca	No.	Suhu Terbaca
1	27.6 °C	24	27.2 °C
2	27.8 °C	25	27.5 °C
3	28 °C	26	27.9 °C
4	28.3 °C	27	28.3 °C
5	28.9 °C	28	28.6 °C
6	28.9 °C	29	28.9 °C
7	29 °C	30	29 °C
8	28.6 °C	31	28.6 °C
9	28.4 °C	32	28.1 °C
10	27 °C	33	27.4 °C
11	27.2 °C	34	27 °C
12	27.5 °C	35	27.3 °C
13	27.9 °C	36	27.9 °C
14	28 °C	37	28 °C
15	28.4 °C	38	28.6 °C
16	28.7 °C	39	29 °C
17	29 °C	40	28.9 °C
18	28.5 °C	41	28.6 °C
19	28.1 °C	42	28.5 °C
20	27.6 °C	43	28.5 °C



Gambar 4.21 Grafik Percobaan Kelima Unjuk Kerja *Chiller*

Pada sistem pengontrol sebelumnya *chiller* dikontrol oleh panel kontrol dengan indikator LED berwarna merah ketika terjadi *trouble* pada *chiller* dan hanya memiliki dua parameter HPS dan LLS sebagai monitoringnya. Adapun sistem kontrol yang dilakukan hanya sebatas mematikan TDR (*Time Delay Relay*) untuk mematikan kompresor ketika suhu tercapai, sehingga pencapaian suhu yang dilakukan tidak presisi dan ketika terjadi masalah pada *chiller* maka operator harus menganalisa kesalahan tersebut satu persatu sehingga akan memakan waktu untuk memperbaiki *chiller* agar dapat bekerja secara normal kembali.



Gambar 4.22 Pengontrol *Chiller* Sebelumnya

Adapun hasil dari perkembangan penelitian ini pengontrol dilakukan dengan mengatur suhu yang ingin dicapai kemudian mengatur batasan kerja ataupun diferensial ketika suhu telah tercapai, monitoring yang dilakukandapat dilihat pada menu utama dan ketika terjadi masalah akan terlihat pada *trouble history* sehingga operator dpat mengetahuinya kemudian memperbaiki masalah tersebut sesegera mungkin tanpa harus menganalisa terlebih dahulu. Gambar dibawah ini menunjukan ketika terjadi tekanan terlalu tinggi pada *chiller*.



Gambar 4.23 Tekanan Tinggi

Pada *menu input* menunjukan tidak adanya HPS dikarenakan terjadi kesalahan ataupun *trouble* pada tekanan *refrigerant* masalah tersebut dapat dilihat pada menu *trouble history*. Pada gambar berikut ini menujukan sitem pengontrol yang telah dikembangkan



Gambar 4.24 Perkembangan Sistem Pengontrol dan Monitoring

Table 4.12 Perbandingan Sistem Pengontrol dan Monitoring

CHILLER 1	CHILLER 2
• Kontrol *chiller* menggunakan sistem *relay*. • monitoring menggunakan indikator led. • Sistem pengaman menggunakan HPS, LPS serta OL. • Tidak terdapat indikator bagian komponen yang eror. • Tidak memiliki informasi masalah yang terjadi pada *chiller*. • Hanya mengamankan sebagian sistem pada saat terjadi error. • Hanya dapat mengontrol satu jenis *chiller*.	• Kontrol *chiller* menggunakan input nilai diferensial dengan *set value*. • Monitoring menggunakan LCD. • Sistem pengaman menggunakan HPS, LPS, OL, OPS, LLS, FUP, PFR, FWS. • Terdapat indikator bagian komponen yang eror. • Memberikan informasi masalah yang terjadi pada *chiller*. • Mengamankan seluruh sistem paa saat terjadi error. • Dapat digunakan untuk mengontrol serta monitoring berbagai jenis *chiller*.

Gambar diatas menunjukan hasil perbandingan dari sistem pengontrol sebelumnya (*chiller* 1) dengan hasil pengembangan yang dilakukan (*chiller* 2) perbedaan tersebut menunjukan tingkat keberhasilan dari penelitian yang dilakukan di PT Gemilang Reksa Buana.