

**PERANCANGAN PENGHEMATAN ENERGI PADA
CHILLER PHASE 1 DI PT X**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Deanna

NPM : 6131901036



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2024**

PERANCANGAN PENGHEMATAN ENERGI PADA *CHILLER PHASE 1* DI PT X

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Deanna

NPM : 6131901036



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2024**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG



Nama : Deanna
NPM : 6131901036
Jurusan : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : PERANCANGAN PENGHEMATAN ENERGI PADA CHILLER
PHASE 1 DI PT X

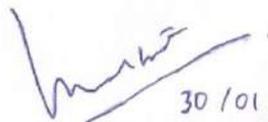
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, 30 Januari 2024

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Industri

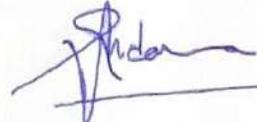

(Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T.)


Pembimbing Pertama


30/01/2024

(Ir. Marihot Nainggolan, S.T., M.T., M.S.)

Pembimbing Kedua



(Dr. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si.)



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan

Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Deanna

NPM : 6131901036

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

*“PERANCANGAN PENGHEMATAN ENERGI PADA CHILLER PHASE 1 DI PT
X”*

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 10 Oktober 2023

Deanna

ABSTRAK

Salah satu sistem utilitas di PT X adalah sistem HVAC atau *heating, ventilation, dan air conditioning*. Sistem HVAC sendiri merupakan sistem yang diperlukan untuk terus menerus menyala sehingga menyebabkan daya konsumsi energi yang tinggi terutama mesin *chiller*. Mesin *chiller* ini memiliki konsumsi energi yang paling tinggi karena daya dari *chiller* ini cukup mendominasi. Untuk mendukung sertifikasi ISO 50001 perlu dilakukan pengurangan konsumsi energi dari penggunaan energi yang signifikan. Penelitian ini dilakukan untuk penghematan energi pada mesin *chiller phase 1* sebagai mesin yang signifikan untuk usulan penghematan *chiller* yang ada di PT X. Metode penelitian ini dilakukan menggunakan metode PDCA atau *Plan-Do-Check-Action* yang didukung oleh ISO 50001 untuk penghematan energi. Fase *plan* dilakukan pengumpulan data seperti data energi, data temperatur dan kelembapan di luar dan di dalam ruangan. Dilakukan pula perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) untuk melihat kriteria dari konsumsi energi. Lalu di fase *do* akan dilakukan upaya penghematan energi dengan menaikkan target temperatur air. Setelah itu dilakukan analisis pada bagian *check* dan *action* beserta usulan yang diberikan terkait penghematan energi mesin *chiller* di PT X. Hasil yang diusulkan adalah pengusulan pembuatan interkoneksi pada *chiller* yang didapatkan dari hasil perhitungan kebutuhan kapasitas *chiller* di PT X. Usulan lainnya adalah penjadwalan temperatur air yang disesuaikan dengan kondisi temperatur di luar untuk mencapai penghematan energi.

Kata Kunci: PDCA, *Chiller*, Penghematan Energi

ABSTRACT

One of the utility systems at PT X is the HVAC system or heating, ventilation, and air conditioning. The HVAC system itself is a system that is needed to continuously turn on so that it causes high energy consumption power, especially chiller machines. This chiller machine has the highest energy consumption because the power from this chiller is quite dominating. To support ISO 50001 certification, it is necessary to reduce energy consumption from significant energy use. This research was conducted for energy saving on chiller phase 1 machines as a significant engine for the proposed chiller savings in PT X. This research method was carried out using the PDCA or Plan-Do-Check-Action method supported by ISO 50001 for energy savings. The plan phase is carried out data collection such as energy data, temperature and humidity data outside and indoors. Energy consumption intensity (IKE) is also calculated to see the criteria for energy consumption. Then in the do phase, energy saving efforts will be made by raising the water temperature target. After that, an analysis was carried out in the check and action section along with the proposals given related to energy saving of chiller machines at PT X. The proposed result was the proposal to make an interconnection on the chiller obtained from the calculation of chiller capacity requirements at PT X. Another proposed result is scheduling water temperature adjusted to outside temperature conditions to achieve energy savings.

Keywords: PDCA, Chiller, Energy Saving

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas ridho dan hidayah-Nya penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat guna untuk mendapatkan gelar sarjana dari Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan. Berkat semangat dan bantuan dalam segi materi dan hal lainnya, diucapkan terima kasih kepada orang tua praktikan yang selalu mendukung dan mengarahkan praktikan untuk menjadi pribadi yang lebih baik. Diucapkan juga terima kasih kepada Universitas Katolik Parahyangan khususnya program studi Teknik Industri karena telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan dan mendapatkan banyak pembelajaran yang sangat penting dan juga berguna selama proses perkuliahan. Selain itu juga diucapkan terima kasih terhadap pihak PT.X karena telah memberikan kesempatan untuk pembelajaran baru dan juga mengizinkan saya untuk melaksanakan penelitian untuk skripsi ini.

Ucapan terima kasih diucapkan yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT karena atas segala berkah dan rahmat-Nya kami masih diberikan kesabaran dan juga kemampuan untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini. Ucapan terima kasih juga diberikan untuk seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan sampai dengan proses penyelesaian skripsi. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga diberikan untuk seluruh pihak yang telah memberikan dukungan untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini. Ucapan terima kasih ini disampaikan terutama kepada beberapa pihak berikut.

1. Bapak Ir. Marihot Nainggolan, S.T, M.T., M.S. sebagai dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk membantu selama proses pelaksanaan penelitian skripsi serta membimbing penulisan skripsi, memberikan perhatian, membantu menyelesaikan masalah yang didapatkan, memberikan saran serta rekomendasi dan memberikan semangat dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si sebagai dosen pembimbing kedua skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk membantu selama proses pelaksanaan penelitian skripsi serta membimbing penulisan skripsi, membantu menyelesaikan masalah yang

didapatkan, memberikan saran serta rekomendasi dan memberikan semangat dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

3. Seluruh pihak dari PT X yang meluangkan waktu serta membantu selama menjalankan penelitian skripsi. Serta memberikan izin untuk proses pengambilan dan pengolahan data di PT X.
4. Seluruh sahabat di masa perkuliahan, yaitu Adila, Arvan, Nabil, Royan, Soraya, Trixie, Irza dan Dzikri yang telah memberikan dukungan dan semangat untuk menjalankan proses perkuliahan dari semester 1 sampai dengan sekarang.
5. Seluruh sahabat di objek penelitian yang sama, yaitu Nadya, Darryl, dan Andi yang telah memberikan dukungan dan semangat untuk menjalankan proses penelitian pada skripsi ini.
6. Khai, Suci, Tafia, dan Bee sebagai penyemangat yang sering kali menemani selama penelitian dan penulisan skripsi. Juga telah menjadi tempat untuk berkeluh kesah dengan seluruh kesulitan yang didapat.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu per satu yang telah turut membantu selama melaksanakan penelitian skripsi.

Telah disadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, dapat berikan pula masukan dan juga kritik yang bersifat membangun, demi perbaikan skripsi ini. Akhir kata, diharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama dapat membantu untuk mendapatkan gelar serta nilai terbaik.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	I-4
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-7
I.4 Tujuan Penelitian	I-8
I.5 Manfaat Penelitian	I-8
I.6 Metodologi Penelitian	I-8
I.7 Sistematika Penulisan	I-11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II. 1 Energi Listrik	II-1
II.2 Sistem Utilitas	II-1
II.3 Sistem HVAC	II-2
II.4 Cara Kerja Sistem <i>Chiller</i>	II-3
II.5 Penghematan Energi	II-4
II.6 PDCA (<i>Plan, Do, Check, and Action</i>)	II-5
II.7 Rich Picture Diagram.....	II-5
II.8 Ishikawa/Fishbone Diagram	II-6
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 <i>Plan</i> (Perencanaan) Penghematan Energi	III-1
III.1.1 Gambaran Situasi Permasalahan	III-1
III.1.2 Pengukuran Energi	III-3
III.1.3 Pengukuran Temperatur.....	III-5
III.1.4 Pengambilan <i>Thermal Photo</i>	III-8

III.2	<i>Do</i> (Pengerjaan) Penghematan Energi.....	III-10
BAB IV	ANALISIS	IV-1
IV.1	Check	IV-1
IV.1.1	Grafik Konsumsi Energi <i>Chiller</i>	IV-2
IV.1.2	Grafik Temperatur	IV-3
IV.1.3	Grafik Kelembapan	IV-5
IV.1.4	<i>Thermalphoto</i>	IV-6
IV.1.5	Analisis Perhitungan Kebutuhan Kapasitas <i>Chiller</i>	IV-7
IV.2	<i>Action</i>	IV-7
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Peralatan di Sistem Utilitas.....	I-2
Tabel I. 2 Rincian Tagihan Bulan Berjalan PT X.....	I-4
Tabel I. 3 Biaya Listrik HVAC Lantai Produksi PT X.....	I-4
Tabel III.1 Konsumsi Energi Chiller Phase 1	III-3
Tabel III.2 Rekap Perhitungan Beban Chiller di PT X.....	III-11
Tabel III.3 Kapasitas Mesin Chiller	III-12
Tabel IV.1 Daftar Implementasi Perbaikan di PT X.....	IV-1
Tabel IV.2 Usulan Temperatur Air di Mesin Chiller	IV-4
Tabel IV. 3 Working Instruction untuk Menyalakan Sistem HVAC	IV-8

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 <i>Panel</i> Mesin <i>Chiller</i> HVAC Phase 2	I-6
Gambar I. 2 <i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian.....	I-9
Gambar II. 1 Cara Kerja Sistem HVAC bagian Chiller	II-2
Gambar II. 2 Nilai Standar IKE	II-4
Gambar II. 4 Contoh Ishikawa Diagram	II-7
Gambar III. 1 Rich Picture Diagram Sistem HVAC di PT X	III-2
Gambar III. 2 Konsumsi Energi Chiller di Desember	III-3
Gambar III. 3 Peletakkan Data Logger di Luar Ruangan	III-5
Gambar III. 4 Peletakkan Data Logger di Dalam Ruangan.....	III-6
Gambar III. 5 Grafik Temperatur di Dalam dan di Luar Ruangan.....	III-6
Gambar III. 6 Grafik Kelembapan di Dalam dan di Luar Ruangan	III-7
Gambar III. 7 Kamera <i>Thermal</i>	III-8
Gambar III. 8 <i>Thermalphoto</i> dari Bagian Luar Pabrik Lantai 3	III-9
Gambar III. 9 <i>Thermalphoto</i> di Dalam Ruangan	III-9
Gambar III. 10 Diagram Ishikawa Chiller di PT X.....	III-10

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A *THERMAL PHOTO*

LAMPIRAN B PERHITUNGAN BEBAN *CHILLER*

LAMPIRAN C *WORKING INSTRUCTION* SISTEM HVAC

BAB I

PENDAHULUAN

Pada pembahasan yang pertama ini yaitu pendahuluan. Pendahuluan ini akan membahas mengenai beberapa hal, yaitu latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan juga metodologi penelitian. Berikut ini merupakan penjabaran untuk setiap poin pembahasannya.

I.1 Latar Belakang Masalah

Energi merupakan suatu hal yang dibutuhkan di kehidupan manusia sehari-hari. Terdapat berbagai macam bentuk dari energi, salah satu bentuk dari energi yang paling sering ditemui di kehidupan sehari-hari adalah energi listrik. Listrik merupakan salah satu sumber energi yang paling banyak digunakan, listrik digunakan untuk berbagai keperluan di sektor perumahan, komersial, pertanian, dan industri (Alter & Haider, 2011).

Pada sektor industri sendiri dengan jenis dan tipe industri yang begitu beragam, maka efisiensi energi pada sektor industri terutama sangat bergantung pada peralatan dan teknologi yang digunakan dalam proses produksi (Mulyani & Hartono, n.d.). Menurut Mulyani pula, sektor industri merupakan sektor pengguna energi listrik berskala besar sehingga penggunaan listrik pada sektor industri diperlukan efisiensi energi karena skala yang besar berpengaruh terhadap manfaatnya yang besar.

Berhubungan dengan sektor industri, PT X merupakan perusahaan yang bergerak di produksi alat medis khususnya alat suntik. PT X memproduksi alat-alat medis yang menggunakan banyak mesin manufaktur yang tentunya berpengaruh terhadap penggunaan energi listrik. Menurut Hasan (2008), salah satu langkah penting dalam upaya penghematan energi adalah melakukan audit energi yang merupakan suatu usaha untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai situasi pemakaian energi dari suatu sistem/fasilitas yang mengkonsumsi energi. Tujuannya adalah untuk mengetahui antara lain: neraca pemakaian energi, efisiensi peralatan konversi energi, konsumsi energi spesifik, dan sumber-sumber

pemborosan energi guna mendapatkan langkah-langkah penghematan energi yang layak untuk dilaksanakan.

PT X sendiri merupakan perusahaan yang memiliki 3 *shift* produksi pada setiap harinya. Menggunakan berbagai peralatan produksi yang tentunya menggunakan energi listrik. PT X sendiri juga memiliki sistem utilitas yang menggunakan energi listrik pada setiap harinya. Sistem utilitas di PT X merupakan sistem yang perlu berkontribusi menunjang kegiatan produksi. Sistem utilitas meliputi kompressor dan juga sistem HVAC. Sistem HVAC atau *Heating, Ventilation, and Air Conditioner* merupakan sistem yang bekerja selama 24 jam. Sehingga konsumsi energi listrik yang digunakan pada sistem HVAC ini cukup mendominasi. Konsumsi energi yang akan diaudit adalah energi listrik karena kegiatan yang akan diaudit adalah pada sistem HVAC yang ada di lantai produksi dan hal ini menjadi batasan pada penelitian. PT X sendiri memiliki sistem utilitas yang dapat dilihat pada Tabel I.1 berikut.

Tabel I. 1 Peralatan di Sistem Utilitas

HVAC PHASE 1		
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)
1	CHILLER HVAC PROD PHASE 1	338
2	MOTOR PUMP 1	OFF
3	MOTOR PUMP 2	28,5
4	FAN AHU 1	17,5
5	FAN AHU 2	24,9
6	FCU PACKING	2,27
7	FCU ADM / QC	3,38
8	FAN AHU 3	36,5
9	HEATER AHU 1	66,4
10	HEATER AHU 2	85,7
11	HEATER AHU 3	53,7
12	SPARE	FREE
13	SPARE	FREE
14	SPARE	FREE

(lanjut)

Tabel I. 1 Peralatan di Sistem Utilitas (lanjutan)

HVAC PHASE 2		
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)
1	CHILLER HVAC PROD PHASE 2	197,4
2	MOTOR PUMP 1	18
3	MOTOR PUMP 2	OFF
4	FAN AHU 3	24,5
5	FAN AHU 1	27,5
6	FAN AHU 2	OFF
7	FCU PACKING	5,2
8	SPARE	FREE
9	HEATER AHU 1	90
10	HEATER AHU 2	OFF
11	HEATER AHU 3	89,8
HVAC PHASE 2		
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)
12	SPARE	FREE
13	SPARE	FREE
14	SPARE	FREE
15	KOMPRESOR 4 DAN 5	128,5
KOMPRESOR ATLAS DARI LVMDP		
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)
1	Kompresor Atlas 1	70,5
2	Kompresor Atlas 2	70,5
3	Kompresor Atlas 3	70,5

Tabel I.1 menunjukkan alat-alat yang ada di sistem utilitas PT X. Terdapat sejumlah alat yang menjadikan satu sistem utilitas termasuk sistem HVAC pada lantai produksi juga kompresor. Peralatan diatas menggunakan energi listrik yang berkaitan dengan penggunaan di listrik di PT X beserta data arus listriknya. Namun, dapat dilihat dari tabel tersebut bahwa nilai arus listrik dari *chiller* merupakan nilai yang paling tinggi oleh karena itu penelitian dibataskan pada mesin *Chiller*.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Pada bagian ini akan dibahas mengenai identifikasi dan rumusan masalah pada penelitian ini. Hal pertama yang akan dibahas pada subbab ini adalah konsumsi energi listrik yang ada di PT X. Konsumsi energi dari PT X ini dapat diidentifikasi dengan melihat tagihan dari biaya listrik. Menurut referensi dari rincian tagihan listrik di PT X terdapat sejumlah tarif LWBP sebesar Rp 1300,60. Tarif tersebut akan digunakan untuk perhitungan dari masing-masing jumlah mesin yang ada di sistem HVAC untuk mengidentifikasi masalah. Masing-masing mesin di sistem HVAC tersebut akan dihitung biayanya sehingga terlihat mesin mana yang memiliki biaya yang paling besar. Mesin di sistem HVAC dengan biaya yang paling besar tersebut akan menjadi identifikasi masalah pada penelitian ini. Tabel I. 2 menunjukkan rincian dari tagihan listrik di PT X.

Tabel I. 2 Rincian Tagihan Bulan Berjalan PT X

Rincian Tagihan Bulan Berjalan		
	LWBP	WBP
Stand Akhir (01-09-2023)	3.369,93	669,2
Stand Awal (01-08-2023)	3.304,11	655,33
KwH LWBP : 394,920	Tarif LWBP	Rp1.300,60
KwH WBP : 83,340	Tarif WBP	Rp1.300,60
KVArh : 0	Tarif KVArh	Rp1.115
Rupiah TTL yang Terpakai		Rp622.024.956

Rujukan Tabel I. 2 diatas dapat digunakan untuk menghitung biaya listrik yang ada di PT X. Data arus listrik pada sub bab sebelumnya dapat dikalikan dengan nilai tegangan aktual sebesar 400 volt dan dibagi dengan 1000 untuk mendapatkan daya (KwH). Setelah itu, dilakukan pengalihan dari nilai daya (kWH) tersebut dengan tarif LWBP sebesar Rp 1.300,60. Tabel I. 3 merupakan biaya listrik dari bagian HVAC di lantai produksi PT X.

Tabel I. 3 Biaya Listrik HVAC Lantai Produksi PT X

HVAC PHASE 1, Running Hours = 10324 h				
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)	DAYA (KwH)	BIAYA (Rp)
1	CHILLER HVAC PROD PHASE 1	338	1.395.804,80	1.815.942.044,80
2	MOTOR PUMP 1	OFF		0,00

(lanjut)

Tabel I. 3 Biaya Listrik HVAC Lantai Produksi PT X (lanjutan)

HVAC PHASE 1, Running Hours = 10324 h				
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)	DAYA (KwH)	BIAYA (Rp)
3	MOTOR PUMP 2	28,5	117.693,60	153.119.373,60
4	FAN AHU 1	17,5	72.268,00	94.020.668,00
5	FAN AHU 2	24,9	102.827,04	133.777.979,04
6	FCU PACKING	2,27	9.374,19	12.195.823,79
7	FCU ADM / QC	3,38	13.958,05	18.159.420,45
8	FAN AHU 3	36,5	150.730,40	196.100.250,40
9	HEATER AHU 1	66,4	274.205,44	356.741.277,44
10	HEATER AHU 2	85,7	353.906,72	460.432.642,72
11	HEATER AHU 3	53,7	221.759,52	288.509.135,52
12	SPARE	FREE		0,00
13	SPARE	FREE		0,00
HVAC PHASE 1, Running Hours = 10324 h				
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)	DAYA (KwH)	BIAYA (Rp)
14	SPARE	FREE		0,00
Total			2.712.527,76	3.528.998.615,76
HVAC PHASE 2, Running Hours = 15661 h				
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)	DAYA (KwH)	BIAYA (Rp)
1	CHILLER HVAC PROD PHASE 2	197,4	1.236.592,56	1.608.806.920,56
2	MOTOR PUMP 1	18	112.759,20	146.699.719,20
3	MOTOR PUMP 2	OFF		0,00
4	FAN AHU 3	24,5	153.477,80	199.674.617,80
5	FAN AHU 1	27,5	172.271,00	224.124.571,00
6	FAN AHU 2	OFF		0,00
7	FCU PACKING	5,2	32.574,88	42.379.918,88
8	SPARE	FREE		0,00
9	HEATER AHU 1	90	563.796,00	733.498.596,00
10	HEATER AHU 2	OFF		0,00

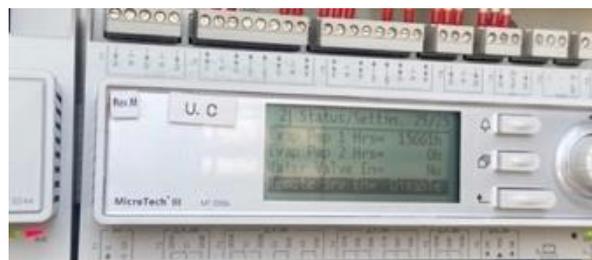
(lanjut)

Tabel I. 3 Biaya Listrik HVAC Lantai Produksi PT X (lanjutan)

HVAC PHASE 2, Running Hours = 15661 h				
NO	MESIN	ARUS (AMPERE)	DAYA (KwH)	BIAYA (Rp)
11	HEATER AHU 3	89,8	562.543,12	731.868.599,12
12	SPARE	FREE		0,00
13	SPARE	FREE		0,00
14	SPARE	FREE		0,00
15	KOMPRESOR 4 DAN 5	128,5	804.975,40	1.047.272.995,40
Total			3.638.989,96	4.734.325.937,96

Tabel I.3 diatas merupakan biaya penggunaan dari konsumsi listrik HVAC di PT X. Terdapat total penggunaan listrik pada HVAC Phase 1 adalah 2.712.527,76 KwH dan total penggunaan listrik pada HVAC Phase 2 adalah 3.638.989,96 KwH. Terdapat perbedaan *running hours* dari kedua sistem HVAC dimana *running hours* merupakan jumlah waktu yang digunakan dari awal mesin menyala. HVAC Phase 1 dengan *running hours* 10.324 jam berarti telah menyala selama kurang lebih 14 bulan, sedangkan HVAC Phase 2 telah menyala selama kurang lebih 21 bulan. Dari tabel diatas juga dapat dilihat bahwa dari sistem HVAC, mesin chiller sendiri memiliki biaya yang cukup tinggi dibanding bagian HVAC lainnya.

Menurut wawancara dengan *engineer section head* di PT X sistem HVAC ini dinyalakan selama 24 jam semenjak dilakukannya instalasi mesin. Dilakukan pula pengamatan langsung dari salah satu mesin di sistem HVAC dimana didapatkan *running hour* dari salah satu *chiller* yang sudah diinstalasi semenjak awal tahun 2022 dan belum pernah dimatikan. Gambar I. 1 merupakan gambar dari pengamatan langsung yang menunjukkan *running hours* mesin *chiller* di HVAC Phase 2.



Gambar I. 1 Panel Mesin Chiller HVAC Phase 2

Engineering section head sendiri juga menyebutkan bahwa pada sistem HVAC di PT X belum pernah diukur karena pada saat ini pihak perusahaan tidak memiliki alat indikator sehingga rencana peningkatan efisiensinya juga belum ada. Sistem HVAC di PT X cukup kompleks namun masih konvensional sehingga perlu banyak pemeriksaan secara langsung ke mesin untuk memastikan mesin dari sistem HVAC masih berfungsi dengan baik.

Berdasarkan pengamatan dan observasi langsung, mesin-mesin dari sistem HVAC sendiri belum memiliki indikator *energy meter* ataupun prosedur untuk dilakukannya penghematan energi. Sehingga kinerja penggunaan energi pada sistem HVAC saat ini belum diketahui dan selama ini banyak menghabiskan energi dan juga biaya. Hasil pengamatan langsung yang telah dilakukan ini didapatkan bahwa permasalahan penghematan energi masih sulit untuk diidentifikasi. Selain itu, menurut wawancara dengan *engineering section head* di PT X, permasalahan saat ini di perusahaan tersebut adalah belum adanya kebijakan mengenai penggunaan energi hingga saat ini dan perusahaan berusaha untuk mendapatkan sertifikasi ISO 50001. Untuk mendukung sertifikasi tersebut, dibutuhkan penurunan konsumsi energi dari penggunaan energi yang signifikan. Penggunaan energi yang signifikan di PT X didapatkan dari sistem HVAC pada mesin *chiller*. Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja penggunaan energi pada mesin *chiller* saat ini?
2. Apa upaya yang dapat dilakukan untuk penghematan energi pada mesin *chiller* di PT. X?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Dalam penelitian juga dilakukan penentuan batasan masalah. Hal ini bertujuan untuk membatasi lingkup penelitian agar proses penelitian menjadi lebih efektif dan efisien. Berikut ini merupakan beberapa batasan masalah yang telah ditentukan.

1. Pengumpulan data dilakukan hanya mulai dari bulan Juli 2021 sampai dengan bulan Desember 2023.
2. Penelitian dilakukan hanya di bagian sistem HVAC khususnya di mesin *chiller*.

Selain pembatasan masalah, selanjutnya dilakukan pemberian asumsi penelitian. Pemberian asumsi penelitian ini dilakukan untuk menyederhanakan penelitian. Berikut ini merupakan beberapa asumsi penelitian yang telah ditentukan.

1. Jam kerja produksi tidak berubah.
2. Penggunaan HVAC tidak terjadi perubahan signifikan.
3. Peralatan HVAC tidak ada yang diganti.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, selanjutnya dilakukan penentuan tujuan penelitian. Tujuan penelitian ini sendiri merupakan jawaban dari rumusan masalah. Berikut ini merupakan tujuan penelitian yang telah ditentukan.

1. Menghitung kinerja penggunaan energi pada mesin *chiller* saat ini.
2. Memberikan upaya yang dapat dilakukan untuk penghematan energi pada mesin *chiller* di PT X.

I.5 Manfaat Penelitian

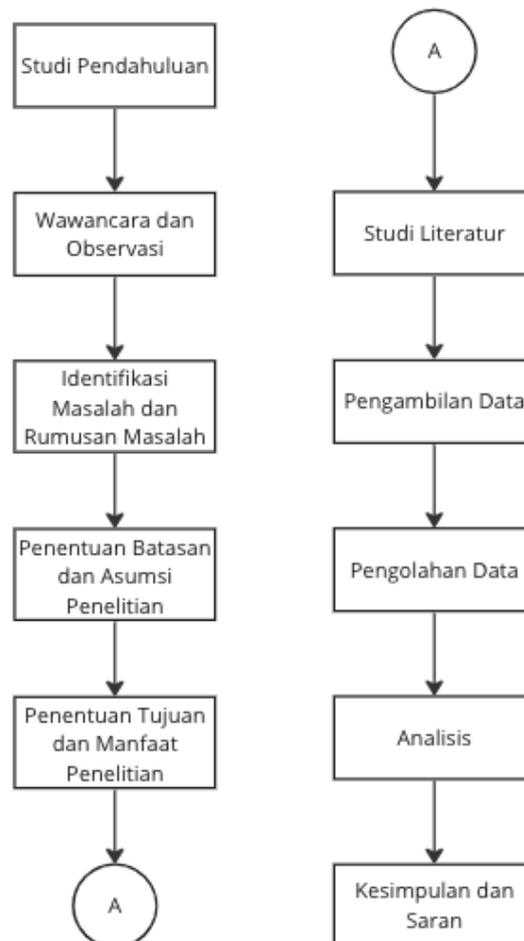
Penelitian ini dilakukan dengan harapan memberikan manfaat semaksimal mungkin. Penelitian ini juga ditujukan kepada beberapa pihak yaitu PT X dan peneliti selanjutnya. Berikut ini merupakan manfaat dari penelitian.

1. Penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan untuk mengetahui audit energi listrik dari sistem HVAC. Serta usulan penghematan energi dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk perusahaan dalam melakukan penghematan energi listrik.
2. Penelitian ini diharapkan memberikan gambaran bagaimana tahapan dalam menentukan audit energi dan proses pemberian usulan penghematan energi listrik.
3. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

I.6 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini tentunya diperlukan sebuah metode yang tepat agar penelitian dapat sesuai, Pada bagian metodologi penelitian ini akan

dijelaskan bagaimana runtutan dari metodologi yang akan digunakan. Metodologi ini disusun seperti ditunjukkan pada Gambar I. 2 berikut.



Gambar I. 2 *Flow Chart* Metodologi Penelitian

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini. Proses studi pendahuluan ini dilakukan dengan mencari informasi-informasi baik dari artikel, jurnal maupun buku. Kemudian dilakukan juga observasi awal yang bertujuan untuk menjadi landasan awal dalam melakukan penelitian.

2. Wawancara dan Observasi

Selanjutnya dilakukan wawancara dan observasi. Wawancara ini dilakukan untuk mengumpulkan data dan juga menggali lebih banyak informasi yang dibutuhkan. Wawancara dilakukan kepada pihak dari PT X mengenai

permasalahan yang ada. Selain wawancara, penelitian juga didukung dengan melakukan observasi secara langsung di PT X.

3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi dan juga rumusan masalah. Identifikasi masalah ini dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap kepada *engineer section head* di PT X untuk menggali lebih dalam mengenai masalah yang sedang dihadapi. Setelah seluruh masalah didapatkan kemudian dilakukan perumusan masalah.

4. Penentuan Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Setelah dilakukan identifikasi dan rumusan masalah, selanjutnya dilakukan penentuan batasan masalah dan juga asumsi penelitian. Penentuan batasan masalah ini dilakukan untuk membatasi lingkup penelitian agar dapat dilakukan secara efektif dan juga efisien. Sedangkan penentuan asumsi penelitian ini dilakukan untuk menyederhanakan permasalahan yang terjadi dalam penelitian.

5. Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penentuan tujuan penelitian merupakan langkah yang selanjutnya akan dilakukan. Penentuan tujuan penelitian ini dilakukan untuk menjawab seluruh rumusan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Penentuan tujuan penelitian ini juga dijadikan sebagai acuan keberhasilan penelitian. Setelah ditentukan tujuan dari penelitian, kemudian dilakukan penentuan manfaat penelitian. Manfaat penelitian ini ditujukan untuk pihak peneliti selanjutnya, pihak perusahaan dan juga para pembaca.

6. Studi Literatur

Studi literatur merupakan kumpulan teori-teori yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Teori ini diambil dari beberapa sumber seperti artikel ilmiah, jurnal, buku ataupun penelitian sebelumnya. Studi literatur ini juga akan mendukung proses penelitian hingga akhir sebagai proses pemberian usulan kepada perusahaan.

7. Pengambilan data

Pengambilan data ini dilakukan untuk mengambil seluruh data yang diperlukan di penelitian. Pengambilan data diambil untuk diolah dan juga di analisis. Pengambilan data dilakukan di objek penelitian.

8. Pengolahan data

Pengolahan data ini dilakukan untuk mengolah seluruh data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Pengolahan data dilakukan menggunakan model sistematis yang telah dirancang sebelumnya. Pengolahan data ini dilakukan untuk memberikan hasil terhadap penelitian dan memberikan usulan akhir kepada pihak perusahaan.

9. Analisis

Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan. Analisis ini dilakukan untuk melakukan evaluasi terhadap pengolahan data yang telah dilakukan. Analisis ini juga dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pemberian usulan perbaikan nantinya.

10. Kesimpulan dan Saran

Kemudian, proses terakhir dalam penelitian ini adalah penulisan kesimpulan serta saran terhadap seluruh penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dilakukan untuk menjawab tujuan dari penelitian. Selain itu, diberikan juga saran yang ditujukan untuk perusahaan dan juga untuk peneliti selanjutnya.

I.7 Sistematika Penulisan

Saat menulis laporan penelitian perlu dilakukan secara terstruktur. Penulisan sistematis bertujuan untuk menjelaskan pokok-pokok isi setiap bab dalam laporan secara terstruktur. Berikut merupakan sistematika penulisan pada penelitian ini.

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I merupakan penelitian tahap pertama, khususnya yang berkaitan dengan latar belakang dan permasalahan yang akan diteliti. Adapula pembahasan yang menjelaskan tujuan dan manfaat penelitian. Untuk bab I terdapat tujuh subbab meliputi konteks latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II merupakan proses penelitian tahap kedua yaitu pembahasan mengenai landasan teori metode yang akan digunakan untuk mengolah data. Terdapat delapan subbab pada bab ini guna menjelaskan teori yang digunakan sepanjang penelitian untuk membantu pembaca ataupun peneliti selanjutnya.

3. **BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada Bab III merupakan penelitian tahap ketiga yang secara khusus membahas tentang pengolahan data yang diperoleh sebelumnya dengan menggunakan metode yang telah ditentukan. Terdapat 2 subbab dan beberapa sub sub bab yang memuat gambaran konseptual permasalahan dan pengolahan data guna menjawab tujuan dari penelitian.

4. **BAB IV ANALISIS**

Pada bab IV merupakan tahap keempat dari penelitian, yaitu mengenai analisis dari hasil pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya. Untuk bab ini terdapat 2 subbab yang bertujuan untuk menganalisis hasil agar mendapatkan solusi optimal.

5. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini merupakan bab terakhir atau tahap kelima dari penelitian, yaitu mengenai kesimpulan untuk menjawab tujuan dari penelitian dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Terdapat 2 subbab yang terdiri dari kesimpulan dan saran.