

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok bagi manusia di zaman modern yang tidak dapat dihindari. Listrik menjadi aspek terpenting sebagai sumber energi benda-benda elektronik keseharian, hingga mesin industri berskala besar. Pentingnya energi listrik untuk kehidupan, menjadikan energi listrik tersebut sebagai salah satu faktor penggerak perekonomian dunia yang selalu diperebutkan. Pesatnya peningkatan jumlah penduduk dunia dan perkembangan industrialisasi, mendorong kebutuhan terhadap energi listrik semakin meningkat. Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2018) laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,71% per tahun dan pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) rata-rata sebesar 6,04% per tahun mengakibatkan peningkatan kebutuhan energi final sebesar 5,3% pertahun selama tahun 2016-2050. Pangsa kebutuhan energi sektor industri meningkat dari 35,5% di tahun 2016 menjadi 46,8% pada tahun 2050. Kebutuhan listrik diproyeksikan meningkat lebih dari 7 kali lipat menjadi 1.611 TWh pada tahun 2050, sedangkan produksi listrik tumbuh rata-rata sebesar 6% per tahun dari 250 TWh menjadi 1.767 TWh.

Peningkatan kebutuhan energi listrik menimbulkan permasalahan dunia yaitu menipisnya cadangan potensial bahan bakar fosil. Harga minyak mentah mengalami fluktuasi setiap detiknya, harganya yang naik turun membuat ketidakstabilan perekonomian dunia. Permasalahan tersebut membangkitkan banyak orang untuk membuat dan mengembangkan sumber energi alternatif. Indonesia mempunyai beberapa sumber energi yang dapat digunakan untuk membangkitkan listrik yang dibedakan kedalam dua jenis. Pertama, pembangkit listrik dengan kapasitas makro yang biasanya memanfaatkan air, uap, gas, dan nuklir. Kedua, pembangkit listrik dengan kapasitas mikro yang salah satunya adalah memanfaatkan energi panas (Gunawan, 2013). Energi panas tersebut dapat berasal dari sinar matahari dan benda-benda yang melepaskan panas, seperti peralatan elektronik rumah, knalpot kendaraan bermotor dan panas pembakaran dapur industri (Khalid dkk. 2016).

Termoelektrik generator merupakan salah satu energi alternatif yang memanfaatkan perbedaan suhu lingkungan menjadi energi listrik dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi, sekaligus tidak menimbulkan polusi sehingga sangat ramah lingkungan. Termoelektrik generator adalah perangkat berbentuk plat kecil yang beroperasi sebagai mesin pemanas dengan mengubah secara langsung panas menjadi listrik (Orr dan Akbarzadeh, 2016). Nurdin dkk. (2013) menyebutkan bahwa termoelektrik dipengaruhi oleh tiga prinsip termodinamika yaitu, efek *Seebeck*, *Peltier*, dan *Thomson*.

Teknologi termoelektrik generator telah digunakan oleh beberapa peneliti, dalam upaya pemanfaatan energi panas buang dari beberapa sumber panas di lingkungan sekitar untuk dikonversikan menjadi energi listrik. Ryanuargo dkk. (2013) telah melakukan penelitian pada sistem pendingin ruangan terpusat (*AC Central*) di gedung perkantoran dan pusat pembelian. Memanfaatkan energi limbah panas dari pipa kondensor *AC central* yang dirancang secara berliku dan dilengkapi dengan sirip menggunakan metode termoelektrik. Percobaan pada pipa kondensor tersebut mempunyai suhu rata-rata 34°C yang dapat menghasilkan tegangan 3,14 Volt dan daya sebesar 0,16 Watt. Busthomy dan Widyartono (2020) juga telah meneliti pemanfaatan generator termoelektrik pada panas yang terbuang dari api pembakaran untuk pengisian baterai *handphone*, menggunakan 8 termoelektrik yang dirangkai campuran seri dan paralel, menghasilkan tegangan 4,2 Volt dan arus pengisian baterai 0,34 Ampere dengan perbedaan suhu api $48-50,1^{\circ}\text{C}$.

Pemanfaatan termoelektrik untuk pengisian baterai juga dilakukan oleh Azizah (2020). Peneliti tersebut menggunakan termoelektrik TEG SP1848 dan menggunakan sumber panas dari setrika dan panas buang kondensor *cold storage*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa 4 modul peltier menghasilkan daya keluaran tertinggi 2,07 Watt pada rangkaian seri dengan suhu setrika 110°C dan hambatan 33Ω . Sedangkan daya sebesar 0,144 Watt dan efisiensi 0,24% dihasilkan dari sumber panas buang pipa *input* kondensor dengan beda temperatur 24,17 K, menggunakan 5 modul peltier yang dirangkai seri.

Cold Storage merupakan suatu alat mesin pendingin yang menampung benda-benda yang akan mengalami proses pendinginan. Unit *cold storage* biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendinginkan atau mengawetkan makanan seperti daging, sayuran dan buah-buahan begitu juga dengan minuman (Rahmat, 2015). Pengelolah UPT. Politeknik Negeri Jember mempunyai 5 unit *cold storage* yang beroperasi selama 24 jam, *cold storage* tersebut digunakan untuk menyimpan ikan dan edamame.

Pemanfaatan energi alternatif pada energi panas buang dari suatu objek panas memerlukan beberapa aspek yang perlu diperhatikan, seperti aspek lingkungan termal maupun ekonomi. Kalor yang terbuang ke lingkungan tentunya meningkatkan suhu pada area tersebut, dengan suhu lingkungan yang tinggi dapat mengganggu kenyamanan termal untuk beraktivitas. Menurut Talarosha (2005) nilai estetis idealnya dimiliki pada suatu bangunan, yang memberikan rasa aman serta memberikan kenyamanan termal, visual, dan audio.

Pendekatan analisis ekonomi diperlukan untuk membandingkan penggunaan teknologi energi alternatif dengan energi konvensional yang ada, sekaligus untuk menentukan nilai ekonomis yang diinvestasikan dalam pengembangan teknologi termoelektrik. Kementerian ESDM dan PLN (2020) menentukan tarif dasar listrik periode Oktober-Desember 2020 untuk golongan R-1/TR dengan batas daya 900 VA-RTM sebesar Rp. 1.352 per kWh dan golongan I-4/TT dengan batas daya 30.000 kVA ke atas sebesar Rp. 996,74 per kWh. Suryaningrat (2011) mengungkapkan bahwa prinsip-prinsip ekonomi teknik dimanfaatkan untuk menganalisa penggunaan-penggunaan uang, khususnya berhubungan dengan aset-aset fisik dan operasi suatu organisasi untuk membantu pembuatan keputusan.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini yang berjudul “Studi *Thermo Environmental Economic* pada Sistem Konversi Energi Berbasis TEG SP1848 di *Cold Storage* Politeknik Negeri Jember”, peneliti mencoba melakukan analisis dari segi termodinamika, termal lingkungan, dan aspek ekonomi terhadap penggunaan termoelektrik. Penelitian ini untuk mewujudkan lingkungan kerja yang nyaman dengan pengembangan teknologi termoelektrik yang efisiensi secara ekonomi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka diperoleh beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana besar kalor yang terbuang ke lingkungan dan energi kalor yang terserap oleh termoelektrik sekaligus efisiensi termoelektrik?
2. Bagaimana pengaruh dari energi kalor yang terbuang ke lingkungan terhadap lingkungan sekitar tersebut berdasarkan kenyamanan termal *Predicted Mean Vote* (PMV), *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD), dan *Temperature Humidity Index* (THI)?
3. Bagaimana analisis tekno-ekonomi terhadap pembuatan alat konversi listrik berbasis TEG SP1848 dan efisiensi terhadap penghematan energi listrik konvensional?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besar kalor yang terbuang ke lingkungan dan energi kalor yang terserap oleh termoelektrik sekaligus efisiensi termoelektrik.
2. Mengetahui pengaruh energi kalor yang terbuang ke lingkungan sekitar berdasarkan kenyamanan termal *Predicted Mean Vote* (PMV), *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD), dan *Temperature Humidity Index* (THI).
3. Menganalisis tekno-ekonomi terhadap pembuatan alat konversi listrik berbasis TEG SP1848 dan efisiensi terhadap penghematan energi listrik konvensional.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi pengetahuan tentang kondisi lingkungan yang ideal dan baik di lingkungan sekitar ruang mesin *cold storage* dan ketika penggunaan teknologi termoelektrik.
2. Mengetahui besar kalor yang terbuang ke lingkungan sebagai informasi referensi baru untuk penelitian selanjutnya. Kalor yang terbuang dapat di evaluasi untuk diminimalisir atau dimanfaatkan dengan teknologi ramah lingkungan secara maksimal.
3. Menjadi referensi bagi peneliti maupun perusahaan mengenai analisis tekno-ekonomi terhadap biaya pembuatan alat konversi listrik berbasis TEG SP1848 dan efisiensi terhadap penghematan energi listrik konvensional.

1.5 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak mengkaji studi perancangan dan sistem kerja alat termoelektrik.
2. Tidak mengkaji studi sistem *cold storage*.
3. Termoelektrik yang digunakan TEG SP1848.
4. Tidak membahas program *software* yang digunakan.
5. Menggunakan sumber panas dari pipa *input* kondensor *cold storage* UPT SIP POLIJE dan *cold storage* difungsikan secara normal seperti penggunaan sehari-hari.
6. Parameter aspek lingkungan menggunakan parameter indeks *Predicted Mean Vote* (PMV), *Predicted Percentage Discomfort* (PPD), dan *Temperature Humidity Index* (THI).
7. Analisa tekno-ekonomi berdasarkan *Payback Periode* (PBP), *Net Present Value* (NPV), dan *Benefit Cost Ratio* (BCR).