

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian review literatur dari berbagai literatur dan jurnal yang sudah melalui proses filterisasi, yang membahas hubungan antara entropi dan panah waktu. Melakukan penurunan rumus dan simulasi pada program Python. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hubungan antara entropi dengan panah waktu mendapatkan hasil pro dan kontra. Dimana dari 10 literatur yang dianalisis, terdapat 7 literatur yang menyetujui adanya hubungan antara entropi dan panah waktu dan 3 diantaranya tidak menyetujui adanya hubungan antara entropi dengan panah waktu. Disisi yang mendukung mengatakan bahwa peningkatan entropi seiring waktu menunjukkan arah waktu yang bergerak dari keadaan lebih teratur ke lebih kacau. Sedangkan disisi yang tidak mendukung mengatakan bahwa peningkatan entropi tidak cukup untuk sepenuhnya menjelaskan asimetri waktu, termasuk asimetri jejak masa lalu dan masa depan, entropi adalah fungsi keadaan dan bukan merupakan fungsi waktu.
2. Telah dilakukan penurunan rumus dari entropi termodinamika dan entropi Boltzmann. Entropi termodinamika seperti melihat sebuah ruangan secara keseluruhan (makroskopis) dan menilai seberapa berantakan ruangan itu. Sebaliknya, entropi Boltzmann seperti melihat setiap objek di ruangan tersebut dan menghitung semua cara berbeda benda-benda itu bisa disusun untuk menghasilkan tingkat kekacauan yang sama (mikroskopis). Kedua pandangan ini saling melengkapi: satu memberikan gambaran besar (makroskopis), sementara yang lain memberikan detail (mikroskopis).
3. Dalam simulasi menggunakan Python, konsep entropi dianalisis melalui pergerakan dan interaksi partikel dalam ruang dua dimensi menggunakan distribusi Maxwell-Boltzmann. Variasi suhu yang dimasukkan yang diubah menjadi kecepatan partikel ( $V_{rms}$ ,  $V_{avg}$  dan  $V_{mp}$ ) adalah 50 K, 100 K, 300 K dan 1000 K. Menunjukkan bahwa distribusi kecepatan partikel berubah sesuai dengan suhu yang ditentukan, di mana kecepatan lebih tinggi mengindikasikan suhu lebih panas dan lebih banyak ketidakaturan. Sedangkan pada kecepatan yang lebih rendah mengindikasikan suhu lebih dingin dan kondisi dari partikel lebih teratur. Dan semakin cepat pergerakan dari partikel, semakin tinggi pula nilai entropinya, dimana untuk nilai

entropi berdasarkan kecepatan secara berturut-turut adalah  $8 \times 10^{-23}$  J/K;  $8,84 \times 10^{-23}$  J/K;  $9,24 \times 10^{-23}$  J/K;  $1,01 \times 10^{-22}$  J/K. Grafik hubungan entropi dengan panah waktu menunjukkan bahwa entropi, yang mengukur ketidakteraturan sistem, meningkat seiring waktu, sesuai dengan prinsip kedua hukum termodinamika.

## 5.2 Saran

Penulis sangat menyadari banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penelitian ini. Adapun saran dari penelitian ini adalah :

1. Disarankan konsep entropi dihubungkan dengan konsep lain yang memiliki implementasi dalam bidang seperti, informasi, *cyber*, *cryptocurrency*, ekonomi, sosial dan lain sebagainya.
2. Diperlukan lebih banyak lagi artikel yang akan dianalisis guna meningkatkan kualitas dari analisis tersebut.
3. Diperlukan pengembangan lebih lanjut mengenai simulasi konsep entropi yang bisa diimplementasikan dalam dunia Sains dan Teknologi.