

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- a. Penelitian ini membandingkan efek dua jenis *noise* yang berbeda yaitu *depolarizing channel* dan *amplitude damping* pada perhitungan energi keadaan dasar dari molekul Hidrogen Fluorida (HF) dengan nilai *noise* 0,02. Hasil studi menemukan bahwa *noise* jenis *depolarizing* memberikan efek yang lebih kecil dibandingkan dengan *noise* jenis *amplitude damping*, yaitu dengan nilai *noise* 0,02 jenis *depolarizing noise* menghasilkan *error* sebesar 0,1005%, sementara jenis *noise amplitude damping* menghasilkan *error* sebesar 0,1306%. Hal ini juga didapatkan untuk nilai *noise* (0,02-0,04), jenis *noise amplitude damping* secara konsisten memberikan efek yang lebih besar jika dibandingkan jenis *depolarizing* sehingga menghasilkan nilai yang semakin jauh dari nilai perhitungan energi dasar.
- b. Perbandingan ZNE dengan dua metode ekstrapolasi untuk mitigasi *error* diujicobakan untuk nilai *noise* rendah, sedang, dan besar. Dari hasil studi ditemukan bahwa pada *noise* rendah (0,0006-0,002), regresi linear lebih akurat karena asumsi linearitasnya yang sesuai untuk *noise* kecil, menghasilkan *error* yang lebih rendah pada kedua jenis *noise*. Pada *noise* sedang dengan nilai *noise* berkisar antara (0,003-0,009), regresi linear masih lebih akurat untuk *depolarizing noise*, sementara richardson mulai menunjukkan performa yang lebih baik pada jenis *noise amplitude damping*. Pada *noise* tinggi ($\geq 0,01$), richardson menunjukkan performa yang lebih baik untuk kedua jenis *noise*, terutama pada jenis *noise amplitude damping*, karena kemampuannya menangani non-linearitas. Secara keseluruhan, pemilihan metode ekstrapolasi harus mempertimbangkan tingkat dan jenis *noise* untuk hasil yang optimal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, ZNE baik dengan *Linear Regression* dan *Richardson Extrapolation* perlu diujicobakan untuk molekul yang lebih besar dan non-linear untuk mengkonfirmasi tingkat akurasi dari kedua metode ZNE yang telah diujikan tersebut. Kedua, perlu dibandingkan dengan metode mitigasi yang lain seperti *Dynamical Decoupling* atau *Machine Learning-based Error Mitigation* apabila diterapkan pada jenis *noise* selain dua jenis *noise* yang telah dikaji. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan model *noise* yang lain atau berbasis eksperimen dari perangkat keras kuantum tertentu (yang sering disebut dengan *error correction*). Dengan demikian, pengembangan penelitian ini dapat semakin meningkatkan akurasi dan ketahanan simulasi kuantum terhadap berbagai jenis gangguan, yang menjadi tantangan utama dalam era komputer kuantum NISQ.

