

ABSTRAK

GUSTIN VITRIA ARYANTI

NIM : 211720058

Prediksi Massa Inti Atom Menggunakan Pendekatan *Machine Learning* dengan Model *Neural Network* (NN) dan *Support Vector Regression* (SVR)

Inti atom memiliki struktur kompleks karena melibatkan berbagai interaksi fisika seperti gaya kuat antar nukleon dan gaya tolak menolak antar proton. Interaksi-interaksi ini menyebabkan prediksi teoritis massa inti menjadi tantangan tersendiri. Pendekatan *machine learning* dapat digunakan sebagai alternatif yang lebih fleksibel dalam menangkap pola dalam data eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dua model *machine learning*, yaitu *Neural Network* (NN) dan *Support Vector Regression* (SVR), dalam memprediksi massa inti atom. Kedua model dilatih menggunakan data karakteristik inti atom dari basis data AME2020. Model NN dirancang dengan beberapa *hidden layer*, sedangkan model SVR dioptimasi melalui pemilihan parameter C , ϵ , dan jenis kernel. Model dievaluasi menggunakan metrik evaluasi *Root Mean Square Error* (RMSE) dengan hasil nilai RMSE paling kecil untuk model NN sebesar 0.81 MeV pada jumlah input 12 fitur, sedangkan SVR menghasilkan nilai RMSE paling kecil sebesar 2.45 MeV pada jumlah input 2 fitur. Berdasarkan hasil tersebut, model NN menunjukkan peningkatan kinerja seiring bertambahnya jumlah fitur, sedangkan SVR justru menunjukkan kecenderungan penurunan kinerja pada kondisi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa langkah seperti seleksi fitur atau pemilihan parameter lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan kinerja model tersebut. Meskipun model SVR menunjukkan kinerja yang menurun seiring bertambahnya fitur, secara keseluruhan baik SVR maupun NN masih mampu memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan pendekatan teoritis model tetes cairan. Temuan ini menunjukkan bahwa model

machine learning dapat menjadi alternatif yang potensial dalam studi prediksi massa inti, terutama untuk menangani kompleksitas yang sulit dijelaskan melalui model teoritis.

Kata Kunci : Massa inti atom, *Machine Learning*, *Neural Network* dan *Support Vector Regression*

ABSTRACT

GUSTIN VITRIA ARYANTI

NIM : 211720058

Atomic Nuclear Mass Prediction Using Machine Learning Approach with Neural Network (NN) and Support Vector Regression (SVR) Models

The atomic nuclei has a complex structure due to various physical interactions, such as the strong forces between nucleons and the repulsive forces between protons. These interactions make theoretical predictions of nuclear masses a challenging task.. Machine learning approaches can be used as an alternative that is more flexible in capturing patterns in experimental data. This study aims to evaluate the performance of two machine learning models, Neural Network (NN) and Support Vector Regression (SVR), in predicting nuclear masses. Both models were trained using nuclear property data from the AME2020 database. The NN model was designed with multiple hidden layers, while the SVR model was optimized through the selection of the C , ϵ , and kernel type. The models were evaluated using the Root Mean Square Error (RMSE) evaluation metric with the results of the smallest RMSE value for the NN model of 0.81 MeV at the number of inputs of 12 features, while SVR produced the smallest RMSE value of 2.45 MeV at the number of inputs of 2 features. Based on these results, the NN model shows an increase in performance as the number of features increases, while the SVR model tends to show a decline in performance under the same conditions. This indicates that further steps, such as feature selection or parameter tuning, are necessary to enhance model performance. Despite the decrease in SVR performance with additional features, both SVR and NN models still achieved more accurate predictions overall when compared to the theoretical Liquid Drop Model (LDM). These findings highlight the potential of machine learning approaches as promising tools for nuclear mass prediction, particularly in capturing complex relationships that are difficult to model through theoretical methods.

Keywords : Atomic nuclear mass, Machine Learning, Neural Network and Support Vector Regression

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Bersama dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dan diajukan pada Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten ini sepenuhnya asli merupakan karya tulis ilmiah saya pribadi.

Adapun tulisan maupun pendapat orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah saya sebutkan kutipannya secara jelas dengan etika keilmuan yang berlaku di bidang penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau seluruh isi skripsi ini merupakan hasil perbuatan plagiarisme atau mencontek karya orang lain, saya bersedia untuk menerima sanksi berupa pencabutan gelar kesarjanaan yang saya terima ataupun sanksi akademik lain sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Serang, 1 Juli 2025



Gustin Vitria Aryanti

211720058

Nomor : -
Lampiran : Satu (1) eks
Perihal : Pengajuan Munaqasah
a.n Gustin Vitria Aryanti
NIM. 211720058

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Sains
UIN SMH Banten
di-
Serang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dipermaklumkan dengan hormat, bahwa setelah membaca dan menganalisa serta mengadakan koreksi seperlunya, kami berpendapat bahwa skripsi saudara Gustin Vitria Aryanti dengan NIM: 211720058 yang berjudul "**Prediksi Massa Inti Atom Menggunakan Pendekatan *Machine Learning* dengan Model *Neural Network* (NN) dan *Support Vector Regression* (SVR)**", telah dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk melengkapi ujian munaqasah pada Fakultas Sains Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Demikian atas segala perhatian Bapak kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Serang, 1 Juli 2025

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Beta Nur Pratiwi, M. Si

NIP. 199301022023212036



Zulkaida Akbar, Ph.D.

NIP. 198607282023211007

**PREDIKSI MASSA INTI ATOM MENGGUNAKAN
PENDEKATAN *MACHINE LEARNING* DENGAN
MODEL *NEURAL NETWORK* (NN) DAN *SUPPORT
VECTOR REGRESSION* (SVR)**

Oleh:
Gustin Vitria Aryanti
211720058

Menyetujui,

Pembimbing I,



Beta Nur Pratiwi, M. Si

NIP. 199301022023212036

Pembimbing II,



Zulkaida Akbar, Ph.D.

NIP. 198607282023211007

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains



Dr. Asep Saefurohman, M. Si.

NIP. 197808272003121003

Ketua Program Studi



Elsi Ariani, M. Si.

NIP. 198901232018012001

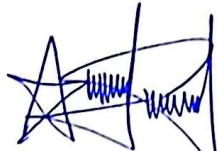
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi a.n. Gustin Vitria Aryanti, NIM: 211720058 yang berjudul “Prediksi Massa Inti Atom Menggunakan Pendekatan *Machine Learning* dengan Model *Neural Network* (NN) dan *Support Vector Regression* (SVR)” telah diujikan dalam Ujian Tugas Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tanggal 9 Juli 2025

Skripsi tersebut telah disahkan dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Serang, 9 Juli 2025

Pembimbing I,



Beta Nur Pratiwi, M. Si

NIP. 199301022023212036

Pembimbing II,



Zulkaida Akbar, Ph.D.

NIP. 198607282023211007

Mengetahui,

Penguji I,



Elsi Ariani, M. Si.

NIP. 198901232018012001

Penguji II,



Muhamad Fajar Muarif, M.Sc

NIP. 199402142022031002

Ketua Penguji,



Dr. Asep Saefurohman, M. Si.

NIP. 197808272003121003

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur semantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “**Prediksi Massa Inti Atom Menggunakan Pendekatan *Machine Learning* dengan Model *Neural Network* (NN) dan *Support Vector Regression* (SVR)**” ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains, UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Wawan Wahyudin, M.Pd., selaku Rektor UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menimba ilmu di institusi ini.
2. Bapak Dr. Asep Saefurrohman, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains, atas dukungan dan bimbingannya dalam kelancaran studi penulis.
3. Ibu Elsi Ariani, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, atas arahan dan nasihatnya selama masa perkuliahan.

4. Ibu Beta Nur Pratiwi, M.Si., dan Bapak Zulkaida Akbar, Ph.D., selaku dosen pembimbing I dan II, atas segala bimbingan, kritik, serta masukan yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Suharyo Sumowidagdo selaku Ketua Kelompok Riset High Energy Physics Experiment, dan Dr. M. Jauhar Kholili di Pusat Riset Fisika Kuantum BRIN, yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, dan dukungan selama program magang yang menjadi bagian penting dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staf akademik Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis selama masa studi.
7. Kedua orang tua tercinta yang dengan penuh kasih sayang, pengorbanan, serta doa, telah mendukung penulis dari masa kanak-kanak hingga menyelesaikan pendidikan tinggi.
8. Sahabat dan rekan seperjuangan yang telah berbagi pengalaman, dukungan, serta inspirasi selama perjalanan akademik ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Serang, 1 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Batasan Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Kajian Teori.....	9
2.2 Hasil Penelitian yang Relevan	32
2.3 Kerangka Berpikir	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
3.2 Alat dan Bahan	38
3.3 Jenis Metode Penelitian	39
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	40
3.5 Teknik Analisis Data	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Arsitektur <i>Neural Network</i> dan Parameter <i>Support Vector Regression</i> ..	49
4.2 Pengaruh Jumlah Input Fitur terhadap Akurasi Model	60
4.3 Perbandingan Kinerja Model <i>Machine Learning</i>	64
4.4 Model Teoritis dan <i>Machine Learning</i>	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Komponen Alam Semesta (Chandra X-Ray Observatory, 2018)	1
Gambar 2.1 Struktur dari Sebuah Atom (Tong, 2015)	9
Gambar 2.2 Analogi antara neuron biologis dan neuron buatan (Afinda, 2024).....	17
Gambar 2.3 Mekanisme kerja neuron.....	18
Gambar 2.4 Arsitektur Neural Network	19
Gambar 2.5 Ilustrasi proses Feedforward dan backpropagation	21
Gambar 2.6 Kurva train loss dan validation loss pada tiga kondisi pelatihan model neural network: underfitting (kiri), overfitting (tengah), dan good fitting (kanan).	25
Gambar 2.7 Diagram Alur SVR.....	27
Gambar 2.8 Ilustrasi penggunaan Kernel trick : (a) Data dalam dua dimensi dan tidak dapat dipisahkan, serta (b) Data dalam tiga dimensi dan dapat dipisahkan	28
Gambar 2.9 Visualisasi SVR dalam 2 Dimensi	29
Gambar 2.10 Kerangka Berpikir	37
Gambar 4.1 Pembagian data pengujian dan data pelatihan dengan rasio 94:6, warna abu - abu mewakili data pelatihan sedangkan warna merah mewakili pengujian.	51
Gambar 4.2 Kurva loss pelatihan dan validasi untuk dua skenario jumlah input fitur: (a) model dengan input 2 fitur, dan (b) model dengan input 5 fitur.....	54
Gambar 4.3 Grafik loss pelatihan dan validasi untuk dua skenario jumlah input fitur: (a) model dengan input 8 fitur, (b) model dengan input 10 fitur	55
Gambar 4.4 Grafik loss pelatihan dan validasi untuk model dengan input 12 fitur.....	56
Gambar 4.5 Perbandingan hasil prediksi model NN dan SVR dengan: (a) input 2 fitur, (b) input 5 fitur	65
Gambar 4.6 Perbandingan hasil prediksi model NN dan SVR dengan: (a) input 8 fitur, (b) input 10 fitur	66
Gambar 4.7 Perbandingan hasil prediksi model NN dan SVR dengan input 12 fitur.....	66
Gambar 4.8 Perbandingan Mass Excess terhadap nomor Proton untuk model teoritis LDM, model machine learning (NN dan SVR), serta data eksperimen	68

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pembagian Fitur Input (Yüksel et al., 2024).....	6
Tabel 3.1 Timeline Penelitian	38
Tabel 4.1 Arsitektur Neural Network yang digunakan pada penelitian	52
Tabel 4.2 Hasil Pencarian Parameter Menggunakan Grid Search	58
Tabel 4.3 Hasil Pencarian Parameter Menggunakan Manual Search.....	58
Tabel 4.4 Hasil Evaluasi menggunakan Metrik RMSE dari model NN dan SVR ...	62