

# SIMULASI AKTIVITAS KESTABILAN INTI PELURUHAN DERET NEPTUNIUM DENGAN PENDEKATAN ENERGI IKAT INTI MODEL TETES CAIRAN

<sup>1)</sup>Auralia Febriandina, <sup>2)</sup>Trapsilo Prihandono, <sup>2)</sup>Albertus Djoko Lesmono

<sup>1)</sup>Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email: [auralia.dina23@gmail.com](mailto:auralia.dina23@gmail.com)

## Abstract

*The purpose of this study was to calculate the activity, binding energy, and disintegration energy produced by the decay of radioactive substances in the Neptunium series based on the liquid drop core model. The research steps: 1) prepare supporting data for research on activity and binding energy on nuclear stability decay; 2) review the material that has been obtained; 3) perform calculation simulations; 4) analyze and discuss the calculation results; 5) conclude the research results. The conclusion in this study is that the activity value has increased linearly with a range of values from  $8,81407888 \times 10^7$  Bq to  $9,554096012 \times 10^7$  Bq. The binding energy decreased linearly with values ranging from 1797.4088 MeV to 1627.7112 MeV. Meanwhile, the binding energy of the nucleons increases linearly. The disintegration energy in the Neptunium series has the largest positive value ( $Q > 0$ ) of 5.2712 MeV and the smallest disintegration energy of Radium-225 which is -0.4317 MeV.*

**Keyword :** *The activity, binding energy, liquid drop model*

## PENDAHULUAN

Atom merupakan pembentuk materi dari seluruh alam semesta, pendapat ini dikemukakan oleh seorang filsuf Yunani pada ke-15 SM bernama Democritus (Supriadi & Nuraini, 2019). Bagian terkecil dari suatu unsur yang tidak dapat dibagi-bagi lagi disebut dengan Atom (Halim, 2013). Inti atom tersusun atas neutron dan proton. Komposisi jumlah neutron dan proton mempengaruhi kestabilan inti atom (Krane, 2012). Inti dikategorikan menjadi inti bersifat stabil dan inti yang bersifat radioaktif. Atom dengan inti tidak stabil akan mengalami peluruhan dengan melakukan pancaran partikel dan gelombang elektromagnetik secara spontan. Inti radioaktif akan memancarkan berupa radiasi alfa, radiasi Beta, atau radiasi gamma (Mahardika & Jamal, 2015).

Unsur dengan nomor atom  $Z > 83$  dikategorikan unsur yang bersifat radioaktif

(Jumini, 2018). Kelompok unsur radioaktif yang mengalami peluruhan dan berakhir dengan terbentuknya unsur yang bersifat stabil (Wiyatmo, 2018). Sebagian dari unsur radiaktif yang dapat ditemukan di alam yaitu deret radioaktif Thorium, deret Uranium, deret Aktinium dan deret Neptunium (Obid & Hamza, 2011). Deret Thorium dimulai oleh peluruhan nuklida induk Thorium-238 dan berakhir dengan Timbal-208. Deret Neptunium dimulai dengan peluruhan nuklida induk Neptunium-237 dan berakhir dengan Bismut-209. Deret Uranium dimulai dengan nuklida induk Uranium-238 dan berakhir dengan Timbal-206. Deret Aktinium dimulai dengan peluruhan nuklida Uranium-235 dan berakhir dengan Timbal-207 (Santiani, 2011)

Radionuklida Neptunium-237 pada saat ini tidak ada lagi di alam dikarenakan

umur paruhnya yang pendek yakni 2,14 juta tahun (Noviarty et al., 2017). Neptunium dengan isotop Np-237 akan mengalami peluruhan hingga menjadi inti yang stabil yaitu Bismut-209. Karena radionuklida neptunium sudah tidak ada lagi di alam, maka para ilmuwan membuat radionuklida dengan menembakkan inti berat dan neutron (Nugraheni et al., 2012).

Peluruhan pada unsur zat radioaktif setiap satuan waktu disebut dengan aktivitas peluruhan (Jumini, 2018). Aktivitas peluruhan berbanding lurus dengan kuantitas jumlah atom peluruhan (Safitrianaz et al., 2019). Aktivitas peluruhan juga menunjukkan laju peluruhan bahan radioaktif.

Materi fisika inti pada proses peluruhan sulit dipahami dan memerlukan konsep yang harus dipahami dalam menerapkan persamaan peluruhan, untuk itu perlu solusi salah satunya dengan memvisualisasikannya (Basyari et al., 2012). Energi peluruhan sangat penting untuk dipelajari bagi siswa namun tidak cukup banyak yang mengkaji energi peluruhan, mengingat kestabilan inti atom berkaitan dengan energinya (Sari & Pathoni, 2017). Oleh karena itu dibutuhkan solusi berupa visualisasi data dan grafik dengan memanfaatkan perkembangan teknologi informasi seperti pada aplikasi Matlab (Astuti & Alhidayatudiniyah, 2020). Perhitungan menggunakan matlab dianggap lebih akurat daripada perhitungan manual dengan hasil yang sama.

Beberapa penelitian radionuklida alam yang memiliki umur paroh yang panjang, perlu adanya penelitian untuk radionuklida neptunium yang memiliki umur paro lebih pendek seperti deret Neptunium. Ridwan (2015) mengenai laju dan sisa massa peluruhan pada deret radioaktif Uranium. Selain itu, penelitian Mardiana (2019) yang membahas energi ikat dan energi disintegrasi peluruhan deret Uranium. Dari keempat deret radionuklida alam, deret Neptunium memiliki umur paroh pendek untuk itu agar dapat membandingkan nilai aktivitas maupun

jumlah energi ikat dengan unsur radionuklida alam yang lain untuk dapat dikaji lebih lanjut.

Kestabilan inti atom dari suatu unsur dapat dijelaskan dengan menghitung besarnya energi ikat inti. Pada reaksi peluruhan secara spontan, energi ikat inti dapat memprediksi besarnya energi. Unsur yang cenderung lebih stabil memiliki energi ikat per nukleon yang lebih besar dibandingkan dengan nuklida yang tak stabil. Pengurangan antara energi ikat inti hasil dengan energi ikat inti mula-mula dilakukan untuk memprediksi besarnya energi (Sukarna, 1997). Besarnya energi ikat per nukleon dapat dihitung dengan menggunakan massa inti per nukleon (Suhendar, 2016).

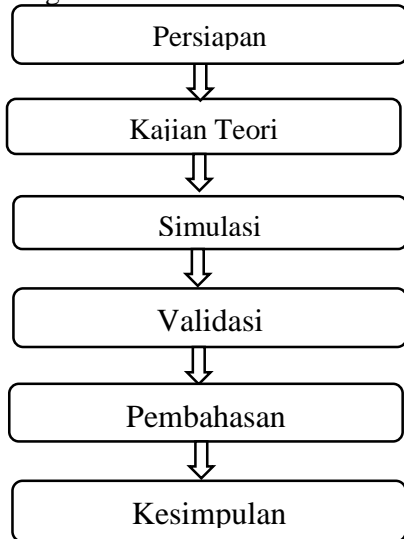
Unsur radioaktif yang bersifat tidak stabil akan mengalami peluruhan dan menyebabkan kehilangan energi dan melepaskan emisi partikel (Rachma et al., 2019). Untuk menjelaskan besarnya sifat inti tersebut menurut (Sabarni, 2017) perlu digunakan model inti agar dapat mempermudah penjelasan mengenai fenomena inti, baik sifat-sifat inti maupun proses yang melibatkan inti. Model inti yang sesuai untuk memaparkan energi yang pada inti atom secara lebih terperinci yaitu Model inti Tetes Cairan (Mende, 2015).

Model inti tetes cairan memaparkan bahwa inti atom yang diasumsikan sebagai suatu tetes cairan yang mempunyai kerapatan konstan, dengan meninjau efek-efek pada inti atom yakni efek volume, efek permukaan, efek coulomb, efek asimetri dan efek pasangan (Ghahramany et al., 2011). Model inti tetes cairan berhasil menganalisis sifat inti yakni rata-rata energi ikat per nukleon, namun untuk sifat inti lainnya, seperti energi dalam keadaan tereksitasi dan momen magnet inti memerlukan model inti yang secara mikroskopik dalam tinjauan perilaku nukleon secara individu (Sirma et al., 2020). Perbedaan penelitian ini dari penelitian sebelumnya yaitu penelitian peluruhan radioaktif pada unsur yang dikaji

deret Neptunium dengan pendekatan energi ikati inti Model Tetesan Cairan dan menghitung aktivitas peluruhan radioaktif. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung aktivitas, energi ikat, dan energi disintegrasi dari peluruhan deret Neptunium dengan tinjauan model inti tetes cairan.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yaitu nomor massa, nomor atom, deret neptunium, aktivitas, energi ikat inti, energi disintegrasi dan model inti tetes cairan. Langkah-langkah pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan langkah-langkah penelitian

Langkah pertama yaitu persiapan, dengan mencari data informasi dan studi literatur untuk menambah pemahaman kajian teori dilakukan dengan menggunakan studi literatur yang didapatkan mengenai simulasi aktivitas peluruhan unsur radioaktif deret Neptunium beserta energi ikat dan energi disintegrasi. Tahap simulasi aktivitas dan energi ikat dengan model inti tetes cairan dengan memasukkan data pada persamaan energi ke dalam bahasa program Matlab. Persamaan aktivitas dan energi yang digunakan antara lain:

1. Persamaan konstanta laju peluruhan

$$\lambda = \frac{0,693}{t_{1/2}}$$

2. Persamaan untuk perhitungan jumlah atom mula-mula

$$N_1(0) = \frac{m}{mr} \times N_A$$

3. Persamaan untuk perhitungan jumlah atom peluruhan

$$N_1(t) = N_1(0)e^{-\lambda_1 t}$$

$$N_2(t) = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_1(0) \cdot (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$$

$$N_3(t) = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot N_1(0) \cdot \left( \frac{e^{-\lambda_1 t}}{(\lambda_3 - \lambda_1)(\lambda_2 - \lambda_1)} + \frac{e^{-\lambda_2 t}}{(\lambda_3 - \lambda_2)(\lambda_1 - \lambda_2)} + \frac{e^{-\lambda_3 t}}{(\lambda_1 - \lambda_3)(\lambda_2 - \lambda_3)} \right)$$

4. Persamaan aktivitas atau laju peluruhan

$$R = \lambda \cdot N(t)$$

5. Persamaan energi ikat model tetesan cairan

$$E = a_v A - a_s A^{\frac{2}{3}} - a_c \frac{Z^2}{A} - a_a \frac{(A - 2Z)^2}{A} \pm \delta(Z, A)$$

Keterangan :

A = nomor massa

Z = nomor atom

$$a_v = 15,56 \text{ MeV}$$

$$a_s = 17,23 \text{ MeV}$$

$$a_c = 0,697 \text{ MeV}$$

$$a_a = 23,285 \text{ MeV}$$

$$a_p = 12 \text{ MeV}$$

$$\delta(Z, A) = +a_p A^{-\frac{1}{2}}, \text{ untuk } Z \text{ genap} - N \text{ genap}$$

$$\delta(Z, A) = 0, \text{ untuk } A \text{ ganjil } (Z \text{ genap} - N \text{ ganjil atau } Z \text{ ganjil} - N \text{ genap})$$

$$\delta(Z, A) = -a_p A^{-\frac{1}{2}}, \text{ untuk } Z \text{ ganjil} - N \text{ ganjil} \quad (\text{Williams, 1991}).$$

6. Persamaan energi ikat per nukelon

$$E_{ikat \text{ per nukleon}} = \frac{E_{ikat \text{ inti}}}{A}$$

7. Persamaan energi disintegrasi

a. Peluruhan Alpa

$$Q_\alpha = E_{B(\gamma)} + E_{B(\alpha)} - E_{B(X)}$$

b. Peluruhan Beta

$$Q_{\beta} = E_{B(Y)} - E_{B(X)} + m_n - m_H$$

Keterangan :

$E_{B(Y)}$  = energi ikat nuklida turunan

$E_{B(\alpha)}$  = energi ikat partikel alfa

$E_{B(X)}$  = energi ikat nuklida induk

$m_n$  = massa neutron (939,573 MeV)

$m_H$  = massa Hidrogen ( 938,791 MeV)

Tahap pembahasan dilakukan analisa aktivitas peluruhan unsur radioaktif deret

Neptunium, beserta energi ikat dan energi disintegrasi. Tahap terakhir yaitu tahap kesimpulan yang berisikan analisis dari hasil penelitian dan pembahasan aktivitas, energi ikat dan energi disintegrasi untuk menjawab rumusan masalah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian nilai aktivitas peluruhan dengan menggunakan Matlab.

Tabel 1. Hasil Penelitian Aktivitas Peluruhan Deret Neptunium

Nuklida	Umur Paruh (tahun)	$\lambda$	$N_1(0)$	$N(t)$	R (Bq)
$^{237}_{93}\text{Np}$	$2,14 \times 10^6$	$3,2383 \times 10^{-7}$	$1,7787 \times 10^{22}$	$8,5836 \times 10^{21}$	$8,81407888268 \times 10^7$
$^{233}_{91}\text{Pa}$	0,074	9,3648	$1,7787 \times 10^{22}$	$2,9681 \times 10^{14}$	$8,81407918728 \times 10^7$
$^{233}_{92}\text{U}$	159200	$4,353 \times 10^{-6}$	$1,7787 \times 10^{22}$	$6,8999 \times 10^{20}$	$9,52137582563 \times 10^7$
$^{229}_{90}\text{Th}$	7340	$9,44142 \times 10^{-5}$	$1,7787 \times 10^{22}$	$3,1914 \times 10^{19}$	$9,55409566992 \times 10^7$
$^{225}_{88}\text{Ra}$	0,0405	17,111	$1,7787 \times 10^{22}$	$1,7609 \times 10^{14}$	$9,55409585067 \times 10^7$
$^{225}_{89}\text{Ac}$	0,0274	25,2919	$1,7787 \times 10^{22}$	$1,1913 \times 10^{14}$	$9,55409597281 \times 10^7$
$^{221}_{87}\text{Fr}$	$9,1324 \times 10^{-6}$	$7,5883 \times 10^4$	$1,7787 \times 10^{22}$	$3,9706 \times 10^{10}$	$9,55409597285 \times 10^7$
$^{217}_{85}\text{At}$	$1,0147 \times 10^{-9}$	$6,8295 \times 10^8$	$1,7787 \times 10^{22}$	$4,4116 \times 10^6$	$9,55409597285 \times 10^7$
$^{213}_{83}\text{Bi}$	$8,5616 \times 10^{-5}$	$8,0942 \times 10^3$	$1,7787 \times 10^{22}$	$3,7223 \times 10^{11}$	$9,55409597323 \times 10^7$
$^{213}_{84}\text{Po}$	$1,3318 \times 10^{-13}$	$5,2034 \times 10^{12}$	$1,7787 \times 10^{22}$	578,9956	$9,55409597323 \times 10^7$
$^{209}_{81}\text{Tl}$	0,0041	168,552	$1,7787 \times 10^{22}$	$1,7875 \times 10^{13}$	$9,55409599156 \times 10^7$
$^{209}_{82}\text{Pb}$	0,0089	77,8292	$1,7787 \times 10^{22}$	$3,8711 \times 10^{13}$	$9,55409601292 \times 10^7$
$^{209}_{83}\text{Bi}$	0,693	1	$1,7787 \times 10^{22}$	$9,5541 \times 10^7$	$9,55409601292 \times 10^7$

Keterangan :

$\lambda$  = konstanta peluruhan

$N_1(0)$  = jumlah atom mula-mula

$N(t)$  = jumlah atom peluruhan

R = aktivitas peluruhan (Baquerel)

Hasil penelitian aktivitas pada Tabel 1 diketahui bahwa semakin besar umur paruh yang dimiliki anggota dari deret Neptunium maka akan semakin kecil nilai konstanta peluruhan. Hal ini menunjukkan umur paruh berbanding terbalik terhadap nilai konstanta peluruhan. Hubungan umur paruh berbanding lurus dengan jumlah atom sisa peluruhan, semakin besar umur paruh nuklida maka akan semakin besar jumlah atom sisa peluruhan (Ridwan et al., 2015).

Aktivitas peluruhan pada deret Neptunium menunjukkan aktivitas yang berbeda-beda. Aktivitas terkecil dimiliki oleh unsur Neptunium-237 sebesar

$8,81407888 \times 10^7$  Bq, sedangkan aktivitas terbesar dimiliki oleh unsur Bismut-209 sebesar  $9,554096013 \times 10^7$  Bq. Pada peluruhan berantai menunjukkan bahwa umur paruh nuklida anak dari deret Neptunium jauh lebih pendek jika dibandingkan dengan umur paruh nuklida induk Neptunium-237, sehingga pada selang waktu tertentu maka akan mencapai keadaan setimbang (Wiyatmo, 2018). Berdasarkan hasil penelitian aktivitas akan mencapai kesetimbangan pada nilai  $9,5541 \times 10^7$  Bq.

Tabel 2. Hasil energi ikat dan energi ikat per nukleon deret Neptunium dengan model tetes cairan

Nukli da peluruhan	Jenis peluruhan	$E_v$ (MeV)	$E_s$ (MeV)	$E_c$ (MeV)	$E_a$ (MeV)	$E_p$ (MeV)	E	E/A
$^{237}_{93}\text{Np}$	$^4_2\alpha$	3687.72	659.8585	974.1277	255.5455	-0.7795	1797.4088	7.5840
$^{233}_{91}\text{Pa}$	$^0_{-1}\beta$	3625.48	652.4129	937.9872	259.9326	-0.7861	1774.3611	7.6153
$^{233}_{92}\text{U}$	$^4_2\alpha$	3625.48	652.4129	958.7156	239.9454	0	1774.4060	7.6155
$^{229}_{90}\text{Th}$	$^4_2\alpha$	3563.24	644.9246	922.7966	244.1366	0	1751.3822	7.6480
$^{225}_{88}\text{Ra}$	$^0_{-1}\beta$	3501.00	637.3925	887.4365	248.4768	0	1727.6942	7.6786
$^{225}_{89}\text{Ac}$	$^4_2\alpha$	3501.00	629.8157	907.7201	228.6070	-0.8	1726.4804	7.6732
$^{221}_{87}\text{Fr}$	$^4_2\alpha$	3438.76	622.1930	872.5839	232.7446	-0.8072	1702.8086	7.7050
$^{217}_{85}\text{At}$	$^4_2\alpha$	3376.52	614.5233	838.0129	237.0349	-0.8146	1678.4646	7.7349
$^{213}_{83}\text{Bi}$	$^0_{-1}\beta$	3314.28	614.5233	804.0118	241.4862	-0.8222	1653.4365	7.7626
$^{213}_{84}\text{Po}$	$^4_2\alpha$	3314.28	606.8054	823.5023	221.3715	0	1654.8829	7.7694
$^{209}_{81}\text{Tl}$	$^0_{-1}\beta$	3252.04	606.8054	770.5853	246.1080	-0.8301	1627.7112	7.7881
$^{209}_{82}\text{Pb}$	$^0_{-1}\beta$	3252.04	606.8054	789.7295	225.6083	0	1629.8968	7.7985
$^{209}_{83}\text{Bi}$	-	3252.04	606.8054	809.1087	205.9998	-0.8301	1629.2960	7.7957

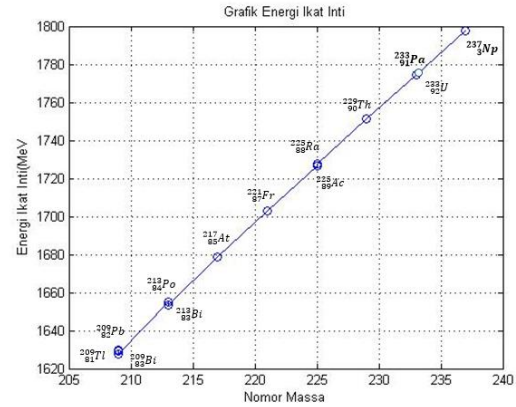
Keterangan:

- E = Energi ikat
- E/A = Energi ikat per nukleon
- $E_v$  = Energi volume (MeV)
- $E_s$  = Energi permukaan (MeV)

- $E_c$  = Energi coulomb (MeV)
- $E_a$  = Energi asimetri (MeV)
- $E_p$  = Energi pasangan (MeV)

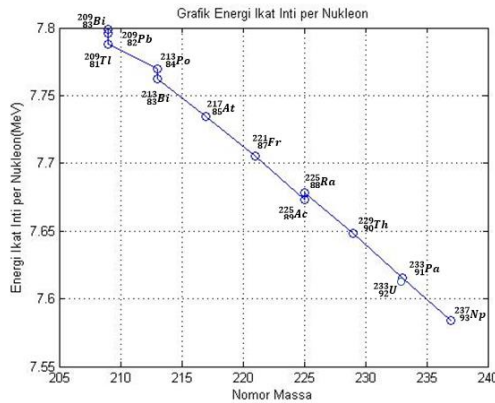
Deret Neptunium mengalami 12 proses peluruhan berupa 7 peluruhan alfa dan 5 peluruhan beta. Neptunium-237 memiliki energi ikat terbesar sebesar 1797,4088 MeV. Sedangkan energi ikat terkecil yaitu Bismut-209 sebesar 1629,2960 MeV. Energi ikat pada unsur dengan peluruhan alfa terjadi penurunan yang relatif besar, sedangkan unsur dengan peluruhan beta terjadi penurunan dan kenaikan yang relatif kecil. Energi ikat menggunakan model tetesan cairan yang dihasilkan unsur radioaktif deret Neptunium mengalami penurunan secara linear.

Energi ikat per nukleon unsur Neptunium-237 memiliki jumlah energi ikat per nukleon terkecil sebesar 7.5840 MeV. Sedangkan unsur Timbal-209 memiliki jumlah energi ikat per nukleon terbesar sebesar 7.7985 MeV. Pada peluruhan alfa energi ikat per nukleon mengalami kenaikan yang cukup besar dan peluruhan beta mengalami penurunan yang sedikit.



Gambar 2 Grafik nomor massa terhadap energi ikat

Grafik nomor massa terhadap energi ikat diketahui bahwa nomor massa berbanding lurus terhadap energi ikat inti. Artinya semakin kecil nomor massa suatu unsur maka akan semakin kecil energi ikat (Lesmono & Harijanto, 2018). Grafik energi ikat dengan menggunakan model tetes cairan yang dihasilkan unsur radioaktif deret Neptunium mengalami penurunan secara linear.



Gambar 3 Grafik nomor massa terhadap energi ikat per nukleon

Grafik nomor massa terhadap energi ikat per nukleon dapat diketahui bahwa nomor massa berbanding terbalik terhadap energi ikat inti per nukleon. Artinya semakin besar nomor massa suatu unsur maka semakin kecil jumlah energi ikat per nukleon (Mardiana et al., 2019). Begitu pula sebaliknya semakin kecil nomor massa suatu unsur maka akan semakin kecil jumlah energi ikat per nukleon. Nilai energi ikat per nukleon yang dihasilkan unsur radioaktif deret Neptunium mengalami kenaikan secara linear.

Tabel 3. Hasil energi Disintegrasi Deret Neptunium dengan Model Tetes Cairan

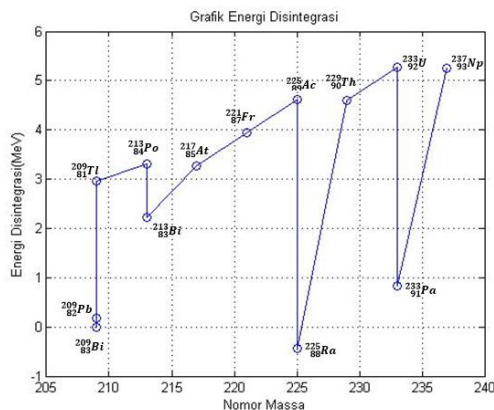
Nuklida	Jenis Peluruha	N/P	E <sub>a</sub> (MeV)	m <sub>N</sub> (MeV)	m <sub>H</sub> (MeV)	Q
<sup>237</sup> <sub>93</sub> Np	$\frac{4}{2}\alpha$	1.5484	28.295	939.573	938.791	5.2474
<sup>233</sup> <sub>91</sub> Pa	$^0\beta$	1.5604	28.295	939.573	938.791	0.8269
<sup>233</sup> <sub>92</sub> U	$\frac{4}{2}\alpha$	1.5326	28.295	939.573	938.791	5.2712
<sup>229</sup> <sub>90</sub> Th	$\frac{4}{2}\alpha$	1.5444	28.295	939.573	938.791	4.6069
<sup>225</sup> <sub>88</sub> Ra	$^0\beta$	1.5568	28.295	939.573	938.791	-0.4317
<sup>225</sup> <sub>89</sub> Ac	$\frac{4}{2}\alpha$	1.5281	28.295	939.573	938.791	4.6232
<sup>221</sup> <sub>87</sub> Fr	$\frac{4}{2}\alpha$	1.5402	28.295	939.573	938.791	3.9510
<sup>217</sup> <sub>85</sub> At	$\frac{4}{2}\alpha$	1.5529	28.295	939.573	938.791	3.2668
<sup>213</sup> <sub>83</sub> Bi	$^0\beta$	1.5663	28.295	939.573	938.791	2.2285
<sup>213</sup> <sub>84</sub> Po	$\frac{4}{2}\alpha$	1.5357	28.295	939.573	938.791	3.3088
<sup>209</sup> <sub>81</sub> Tl	$^0\beta$	1.5802	28.295	939.573	938.791	2.9675
<sup>209</sup> <sub>82</sub> Pb	$^0\beta$	1.5488	28.295	939.573	938.791	0.1812
<sup>209</sup> <sub>83</sub> Bi	-	1.5181	28.295	939.573	938.791	stabil

Keterangan :  
E = Energi Ikat (MeV)

E/A = Energi Ikat per nukleon (MeV)  
Q = Energi Disintegrasi (MeV)

Peluruhan pada deret Neptunium memiliki jumlah energi disintegrasi memiliki jumlah yang berbeda-beda bergantung pada jenis peluruhan suatu unsur. Jumlah energi disintegrasi yang ditemukan pada hasil penelitian memiliki rata-rata nilai positif sehingga hal ini sesuai syarat terjadinya peluruhan yaitu  $Q > 0$  (Wiyatmo, 2018). Namun pada unsur Radium-225 memiliki energi disintegrasi sebesar -0.4317. Hal ini dikarenakan

Radium mengalami peluruhan beta dan energi ikat induk lebih besar daripada energi ikat turunannya. Hasil akhir yang dihasilkan dari peluruhan deret Neptunium adalah unsur Bismut-209 dengan energi ikat sebesar 1629,2960 MeV dan energi ikat per nukleon sebesar 7,7957 MeV. Unsur Bismut-209 merupakan unsur stabil. Unsur tersebut tergolong ke dalam nuklida sedang dan tidak menghasilkan energi disintegrasi.



Gambar 4. Grafik nomor massa terhadap energi disintegrasi

Grafik nomor massa terhadap energi disintegrasi dapat diketahui bahwa grafik nomor massa terhadap besarnya jumlah energi disintegrasi menunjukkan grafik fluktuatif. Artinya energi disintegrasi memiliki jumlah yang berbeda-beda bergantung pada jenis peluruhan suatu unsur. Dimana diketahui bahwa suatu unsur radioaktif dapat mengalami jenis peluruhan yakni alfa, beta maupun gamma.

Data pada Tabel 3. diketahui energi disintegrasi terbesar dimiliki oleh unsur Uranium-233 dengan jumlah sebesar 5.2712 MeV. Sedangkan energi disintegrasi terkecil dimiliki oleh unsur Radium-225 dengan jumlah energi disintegrasi sebesar -0.4317 MeV. Energi disintegrasi yang bernilai negatif pada unsur Radium-225 menunjukkan bahwa reaksi inti pada proses peluruhan tersebut merupakan reaksi endotherm (Gautreau & Savin, 2006). Dimana reaksi endotherm yaitu reaksi inti yang membutuhkan energi dalam bentuk energi kinetik partikel penumbuk. Energi disintegrasi pada peluruhan alfa memiliki nilai yang lebih besar daripada energi disintegrasi pada peluruhan beta.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah aktivitas mengalami kenaikan secara linear dengan rentang  $8,81407888 \times 10^7$  Bq hingga  $9,554096012 \times 10^7$  Bq. Energi ikat mengalami penurunan secara linear

dengan rentang 1797,4088 MeV hingga 1627.7112 MeV. Sedangkan energi ikat pernukleon mengalami kenaikan secara linear. Energi disintegrasi pada deret Neptunium memiliki nilai positif ( $Q > 0$ ) terbesar yakni sebesar 5,2712 MeV dan energi disintegrasi terkecil dimiliki oleh unsur Radium-225 yakni sebesar -0,4317 MeV. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan motivasi untuk mengembangkan penelitian mengenai peluruhan unsur radioaktif dengan tinjauan model inti yang lebih spesifik, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep mengenai fisika inti khususnya peluruhan unsur radioaktif.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Astuti, S. W., & Alhidayatuddiniyah, T. W. 2020. Pemanfaatan Software Matrix Laboratory Untuk Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa Dalam Pembelajaran Fisika Kinematika. *Jurnal Pendidikan Berkarakter*. 3(2):54–57.
- Basyari, A. P, Sunaryo, & Iswanto, B. H. 2012. Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Adobe Flash untuk Menjelaskan Fisika Inti dan Radioaktivitas untuk SMA Kelas XII. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (e-Journal)*. 1(1): 116–120.
- Gautreau, R., & Savin, W. 2006. *Schaum's Outlines of Fisika Modern* (2nd ed.). Jakarta: Erlangga.
- Ghahramany, N.S., Gharaati, S., & Ghanaatian, M. 2011. New Approach To Nuclear Binding Energy In Integrated Nuclear Model. *Journal of Theoretical Physics, Particles and Nuclei Letters*. 8(2): 97–106.
- Halim, A. 2013. *Fisika Modern 1: Pendekatan Konseptual*. Aceh : Syiah Kuala University Press.
- Jumini, S. 2018. *Fisika Inti*. Wonosobo: CV. Mangku Bumi Media.



- Krane, K. 2012. *Fisika Modern*. Jakarta :UI Press.
- Lesmono, A. D., Maharani, K. P., & Harijanto, A. 2018. Simulasi Energi Ikat dan Energi Disintegrasi Peluruhan Radioaktif Deret Aktinium Berdasarkan Model Inti Tetapan Cairan (Telaah Klasik). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 10(1):22-28.
- Mahardika, A. I., & Jamal, M. A. 2015. *Pengantar Fisika Inti*. Jakarta : Revka Petra Media.
- Mardiana, I., Prihandono, T., & Yushardi. 2019. Kajian Kestabilan Inti Unsur-Unsur Pada Proses Peluruhan Zat Radioaktif Dengan Pendekatan Energi Ikat Inti Model Tetapan Cairan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 8(2) : 101–106.
- Mende, F. F. 2015. Liquid-Drop Model Of Electron And Atom. *Aascit Journal Of Physics*.1(2): 107–110.
- Noviarty, Haryati, I., & Nisa, S. 2017. Analisis Radionuklida Dalam Batuan dengan Menggunakan Spektrometer Gamma. *Jurnal Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - Batan*. 10(19). 39–50.
- Nugraheni, A., Dwijananti, P., Fisika, J., Matematika, F., Alam, P., & Semarang, U. N. 2012. Penentuan Aktivitas Unsur Radioaktif Thorium yang Terkandung dalam Prototipe Sumber Radiasi Kaos Lampu Petromaks. *Jurnal Mipa Unnes*. 35(1):31-37.
- Obid, R., & Hamza, H. 2011. Natural Occurring Radionuclide Materials. *Radioisotopes - Applications In Physical Sciences*, 1. <https://doi.org/10.5772/20562>
- Rachma, A. J., Putri, D. A., Ulfah, M., & Saraswati, D. L. 2019. Determining The Half Time And Analogy Constants Of Radioactive Decay On The Illustration Board Of Radioactive Decay With The Capacitor Filling And Discharging Method. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(3): 306–316.
- Ridwan, P. J., Supriadi, B., & Dina, H. R. 2015. Simulasi Numerik Massa Peluruhan Inti Zat Radioaktif. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(2), 176–180.
- Sabarni, S. 2017. Atom Dan Molekul Berdasarkan Ilmu Kimia Dan Perspektif Al-Quran. *Lantanida Journal*. 2(2):87-100.
- Safitrianaz, D.N., Latifah, N., Saragih, P. Y., & Saraswati, D. L. 2019. Analogi Waktu Paruh Dan Konstanta Peluruhan Radioaktif. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 7(2):180-189.
- Santiani. 2011. *Nuklir, Fisika Inti Dan Politik Energi Nuklir*. Malang :Intimedia.
- Sari, W., Jufrida & Pathoni, H. 2017. Pengembangan modul Elektronik 3d Pageflip Professional. *Jurnal Edufisika*. 02(01):38-50.
- Sirma, K., Chelimo, L. S., & Khanna, K. M. 2020. A Modified Nuclear Model For Binding Energy Of Nuclei. *World Scientific News*. 143(2): 203–223.
- Suhendar, D. 2016. Menentukan Kestabilan Nuklida-Nuklida Berdasarkan Massa Inti Per Nukleon. *Chimica Et Natura Acta Journal*. 4(2): 60-71.
- Sukarna, I. M. 1997. Kajian Kestabilan Inti Dengan Pendekatan Energi Pengikat Inti. *Jurnal Cakrawala Pendidikan* . 16(3):165-175.
- Supriadi, B., & Nuraini, L. 2019. *Fisika Atom: Teori Dan Aplikasinya*. Jember: Upt Percetakan Dan Penerbitan Universitas Jember.
- Williams, W. S. C. 1991. *Nuclear And Particle Physics*. Inggris : Oxford University Press.
- Wiyatmo, Y. 2018. *Fisika Nuklir Dalam Telaah Semiklasik Dan Kuantum*. Jakarta: Pustaka Pelajar.