

# Implementasi Nilai Eigen dan Vektor Eigen untuk Menentukan Kemiripan Unsur Kimia berdasarkan Sifat-Sifat Fisis dan Kimia

Andri Nurdianto - 13523145<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

[andri070805@gmail.com](mailto:andri070805@gmail.com), [13523145@std.stei.itb.ac.id](mailto:13523145@std.stei.itb.ac.id)

**Abstract**—Unsur kimia memiliki sifat unik yang mempengaruhi interaksi dan perilakunya. Dengan memanfaatkan sifat fisik seperti jari-jari atom dan massa atom, serta sifat kimia seperti energi ionisasi dan elektronegativitas, kemiripan antar unsur dapat diidentifikasi. Metode matematis yang diterapkan mencakup perhitungan nilai eigen dan vektor eigen, serta analisis jarak Euclidean untuk mengukur kemiripan. Hasil analisis menunjukkan bahwa unsur-unsur dalam golongan yang sama cenderung memiliki kemiripan yang lebih tinggi dibandingkan dengan unsur dari golongan berbeda.

**Keywords**—Nilai Eigen, Vektor Eigen, Kemiripan Unsur, Sifat Fisis dan Kimia.

## I. PENDAHULUAN

Unsur kimia merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan kita sebagai manusia. Segala hal yang ada di sekitar kita seperti tubuh manusia, material bangunan, hingga teknologi yang dipakai oleh manusia terdiri dari berbagai unsur kimia yang memiliki sifat unik dan saling berinteraksi. Unsur kimia tersebut memiliki sifat-sifat unik yang berperan untuk menentukan bagaimana unsur-unsur tersebut berperilaku dan berinteraksi satu sama lain.

Sifat-sifat yang ada pada unsur kimia bisa digunakan untuk menentukan kemiripan suatu unsur dengan unsur yang lain. Sifat fisis, seperti jari-jari atom, massa atom, serta sifat kimia, seperti energi ionisasi dan elektronegativitas dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola hubungan antar unsur. Dengan menggunakan sifat-sifat tersebut, kita dapat mengetahui suatu unsur yang mirip dengan unsur lainnya.

Kemiripan suatu unsur dengan melihat sifat-sifat fisis dan kimia dapat diukur dengan menggunakan implementasi matematis yaitu nilai eigen dan vektor eigen. Melalui implementasi tersebut, data numerik sifat-sifat fisis dan kimia dapat dihitung dan tingkat kemiripannya ditentukan menggunakan jarak antara vektor-vektor eigen pada vektor di ruang Euclidean.

Implementasi matematis tersebut akan digunakan untuk menentukan kemiripan antara satu unsur dengan unsur lainnya. Dengan memanfaatkan *library NumPy* pada Python, dapat digunakan perhitungan nilai eigen dan vektor eigen serta

digunakan untuk pengolahan data sifat-sifat fisis dan kimia unsur. Hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan untuk mendapatkan vektor-vektor eigen dalam bentuk 3D dengan menggunakan *library Matplotlib* yang disediakan oleh python dan jaraknya akan diidentifikasi menggunakan rumus jarak vektor di ruang Euclidean.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Unsur Kimia

Unsur kimia dapat diartikan menjadi 2 hal. Pertama unsur yang berarti atom (contohnya mengatakan ‘unsur oksigen’ itu berarti sama seperti mengatakan ‘atom oksigen’). Kedua, unsur diartikan sebagai zat yang berarti kumpulan sangat banyak atom hingga ke Tingkat yang manusia tidak bisa rasakan, bisa dilihat, dicium, serta berdampak bagi tubuh.

Unsur memiliki jumlah proton yang sama dalam inti atomnya [1]. Saat ini, telah ada 118 unsur yang diketahui, 94 unsur diantaranya tercipta secara alami di bumi. Sedangkan 24 unsur lainnya merupakan unsur buatan. Terdapat 80 unsur yang setidaknya satu isotop stabil dan 38 unsur yang merupakan radionuklida yang seiring berjalannya waktu meluruh menjadi unsur lain.

Pada dasarnya unsur-unsur memiliki keunikan masing-masing. Keunikan tersebut yang membuat setiap unsur mempunyai sifat-sifat. Beberapa klasifikasi bisa digunakan secara luas kepada unsur, termasuk memperhatikan sifat-sifat fisik dan kimia unsur-unsur secara umum, keadaan materi dalam kondisi yang banyak dijumpai, titik lebur serta titik lelehnya, massa jenis, struktur kristal sebagai padatan, dan asal unsur tersebut berada.

Sifat unsur kimia terkadang ditampilkan dengan menggunakan tabel periodik yang mengatur secara seksama unsur-unsur berdasarkan kenaikan nomor atom menjadi baris atau biasa disebut periode [2]. Serta yang mendasari perulangan sifat fisis dan kimia dibedakan berdasarkan kolom atau biasa disebut golongan. Unsur-unsur dalam golongan yang sama cenderung menunjukkan pola tertentu dalam hal jari-jari atom, energi ionisasi, dan elektronegativitas. Dari atas ke bawah dalam golongan yang sama, jari-jari atom akan bertambah. Oleh sebab itu, lebih banyak Tingkat energi yang terisi, elektron valensi ditemukan lebih jauh dari inti atom. Dari atas ke bawah, masing-masing unsur yang berurutan

memiliki energi ionisasi yang lebih rendah karena lebih mudah melepaskan elektron akibat ikatan atom yang kurang kuat. Begitu juga, jika dilihat dari atas ke bawah elektronegativitasnya semakin kecil karena jarak antara elektron valensi dengan inti atom semakin besar. [3]

Gambar 1. Tabel periodik

Sumber: <https://images.app.goo.gl/TqYSFzNwk8JcfUd>  
1

Beberapa istilah umum digunakan untuk menandai sifat fisik dan kimia umum unsur-unsur kimia. Pembeda pertama yang dapat kita bedakan adalah antara unsur logam yang mudah menghantarkan listrik dengan unsur non logam yang tidak dapat menghantarkan listrik, dan sekelompok kecil unsur metaloid yang memiliki sifat di antara keduanya dan sering berperilaku sebagai semikonduktor.

Sifat-sifat unsur bisa dibedakan menjadi 2. Pertama, sifat fisis yaitu karakteristik materi yang dapat diamati atau diukur tanpa mengubah kandungan unsur tersebut seperti massa atom dan jari-jari atom. Kedua, sifat kimia yaitu sifat yang menggambarkan bagaimana suatu unsur berperilaku dalam reaksi kimia, seperti, energi ionisasi dan elektronegativitas [4].

### B. Sifat Fisis Unsur

Sifat fisis unsur merupakan sifat yang dapat diamati atau diukur tanpa mengubah kandungan unsur yang diamati. Sifat fisis unsur terdiri dari massa atom, jari-jari atom, jari-jari kovalen, jari-jari ionik, dan karakter non logam [5]. Pada percobaan ini, sifat atom yang akan digunakan untuk perhitungan adalah massa atom dan jari-jari kovalen.

### C. Massa Atom

Massa atom pada suatu unsur kimia adalah massa suatu atom dalam keadaan diam, biasanya ditulis dalam satuan massa atom [6]. Massa atom biasa disamakan dengan massa atom relative, massa atom rata-rata, dan bobot atom. Meskipun begitu, ada beberapa perbedaan karena nilai-nilai tersebut dapat merupakan rata-rata berbobot dari massa semua isotop unsur, atau massa dari satu isotop saja. Sebagai contoh, suatu unsur yang hanya memiliki satu isotop yang utama, nilai massa isotop yang paling banyak tersebut hampir sama dengan nilai bobot atom unsur tersebut. Untuk unsur yang memiliki lebih dari satu isotop, perbedaan nilai massa atom dengan bobot atomnya dapat mencapai lebih dari setengah satuan massa. Massa atom suatu isotop yang langka dapat berbeda dari bobot atom standar sebesar beberapa satuan massa.

### D. Jari-jari Kovalen

Jari-jari kovalen merupakan setengah dari jarak inti antara dua atom identic yang dihubungkan oleh ikatan kovalen Tunggal. Pembentukan ikatan kovalen melibatkan tumpang tindih orbital atom dan mengurangi jarak antar inti atom yang diamati. Oleh sebab itu, jari-jari kovalen akan selalu lebih pendek daripada jari-jari atom sebenarnya. Berdasarkan tabel periodik, jari-jari kovalen akan bertambah jika kita mengamati dari atas ke bawah dalam satu golongan tabel periodik. Hal tersebut terjadi karena jari-jari atom bertambah dalam arah yang sama. Jari-jari kovalen berkurang saat kita menelusuri tabel periodik dari kiri ke kanan, hal itu karena jari-jari atom berkurang dalam arah yang sama [6].

### E. Sifat Kimia Unsur

Sifat kimia yaitu sifat yang menggambarkan bagaimana suatu unsur berperilaku dalam reaksi kimia. Sifat kimia unsur menggambarkan bagaimana unsur bereaksi dengan zat lain dan mengubah unsur menjadi zat baru. Sifat kimia suatu unsur bisa didapatkan dengan mengamati dan mengukur identitas kimia zat yang diubah.

Sifat kimia unsur bergantung pada struktur atomnya, termasuk jumlah elektron, neutron, dan protonnya. Struktur tersebut memengaruhi elektronegativitasnya dan cara unsur tersebut berikatan dengan unsur lain. Jumlah elektron yang lebih sedikit daripada proton suatu unsur dapat menghasilkan muatan positif dan muatan negatif membawa lebih banyak elektron dibandingkan proton [7]. Pada percobaan ini, sifat atom yang akan digunakan untuk perhitungan adalah energi ionisasi pertama dan elektronegativitas.

### F. Energi Ionisasi

Energi ionisasi adalah jumlah energi minimal yang diperlukan untuk menghilangkan elektron yang terikat paling luar dari kulit valensi atom gas netral yang terisolasi dalam keadaan dasarnya. Energi ionisasi bergantung pada perlindungan atau penyaringan elektron. Pelindung elektron diartikan sebagai kemampuan elektron bagian dalam suatu atom untuk melindungi inti atom yang bermuatan positif dari elektron valensinya. Pada dasarnya energi ionisasi meningkat sepanjang periode dari kiri ke kanan karena peningkatan muatan inti efektif. Energi ionisasi berkurang sebagaimana bergerak ke golongan ke bawah karena adanya peningkatan ukuran atom. Unsur memiliki beberapa energi ionisasi yaitu energi ionisasi pertama, energi ionisasi kedua, energi ionisasi ketiga, dan seterusnya. Energi ionisasi pertama merupakan energi yang dibutuhkan untuk melepaskan elektron pertama, energi ionisasi kedua merupakan energi yang dibutuhkan untuk melepaskan elektron kedua, energi ionisasi ketiga merupakan energi yang dibutuhkan untuk melepaskan elektron ketiga, begitupun seterusnya. Untuk setiap unsur, energi ionisasi kedua lebih besar daripada energi ionisasi pertama serta energi ionisasi ketiga lebih besar daripada energi ionisasi kedua. Hal itu disebabkan, pada ionisasi setelahnya, muatan inti atom meningkat sehingga makin sulit melepaskan elektron [5].

### G. Elektronegativitas

Elektronegativitas diartikan sebagai kecenderungan relative suatu unsur yang hadir dalam molekul yang terikat secara kovalen untuk menarik pasangan elektron yang dibagi

ke arahnya. Elektronegativitas bukan merupakan kuantitas yang dapat diukur. Keelektronegatifan biasanya menurun dari bawah ke atas dalam golongan yang sama. Semakin ke bawah dalam golongan yang sama, jari-jari atom meningkat dan gaya tarik nuklir pada elektron valensi menurun sehingga keelektronegatifan ikut menurun. Keelektronegatifan suatu unsur dalam periode yang sama meningkat dari kiri ke kanan. Hal itu disebabkan karena dalam satu periode, unsur-unsur memiliki elektron valensi yang lebih sedikit saat kita bergerak dari kiri ke kanan.

Ada pengecualian dalam perhitungan elektronegativitas golongan gas mulia. Gas mulia diberi elektronegativitas nol karena memiliki kulit valensi lengkap dan biasanya tidak menarik elektron. Pada logam transisi, elektronegativitas menunjukkan sedikit seikit sekali variasi. Oleh karena itu, logam transisi memiliki elektronegativitas yang tetap [5].

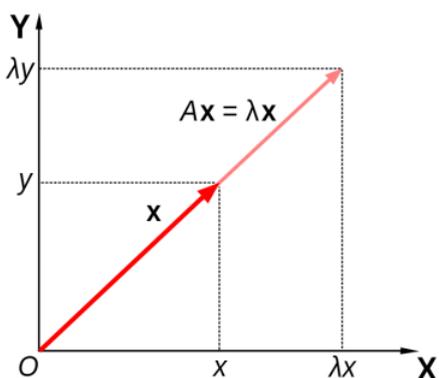
#### H. Nilai Eigen dan Vektor Eigen

Dalam aljabar linier, vektor eigen vektor karakteristik dari suatu matriks berukuran  $n \times n$  merupakan vektor tak nol yang hanya mengalami perubahan Panjang Ketika dikali dengan matriks tersebut. Nilai eigen berasosiasi dengan vektor tersebut, nilai eigen umumnya ditulis diwakili oleh  $\lambda$  yang menyatakan besar perubahan panjang vektor yang terjadi. Secara umum dalam ruang multidimensi, vektor eigen tidak mengalami rotasi Ketika ditransformasikan oleh matriks. Hal ini berlaku untuk matriks dengan elemen bilangan real dan akan mengalami rotasi Ketika elemen berupa bilangan kompleks [8].

$$Ax = \lambda x$$

Gambar 2. Rumus vektor eigen

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/>



Gambar 3. Ilustrasi vektor eigen

Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/>

#### I. Jarak Euclidean

Jarak Euclidean adalah jarak garis lurus dalam ruang Euclidean antara dua titik. Dengan jarak ini, ruang Euclidean menjadi ruang metrik. Norma yang terkait disebut norma Euclidean. Bentuk umum dari norma Euclidean adalah norma L2 atau jarak L2. Jarak Euclidean antara titik  $x$  dan  $y$  adalah jarak ruas garis yang menghubungkan keduanya. Dalam koordinat Kartesius, jika  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  dan  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  adalah dua titik dalam ruang Euclidean berdimensi  $n$ , jarak Euclidean ( $d$ ) dari  $x$  ke  $y$  (atau sebaliknya) dihitung dengan rumus Pythagoras [9].

$$\text{dist}(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Gambar 4. Rumus jarak euclidean

Sumber: <https://pemrogramanmatlab.com/wp-content/uploads/2017/07/rumus-jarak-euclidean.png?w=300>

#### J. Library NumPy

*NumPy* merupakan salah satu *library* yang terdapat pada bahasa pemrograman python, operasi pada *NumPy* dapat digunakan untuk array dan matriks multidimensi, selain itu terdapat sekumpulan operasi matematika yang dapat digunakan dengan menggunakan *library NumPy* [10].

*Library Numpy* akan digunakan untuk membentuk array dari data sifat-sifat unsur. Selain itu, digunakan juga untuk menghitung rata-rata, standar deviasi, mencari nilai dan vektor eigen, serta perkalian dot untuk mencari proyeksi eigen di ruang 3 dimensi.

#### K. Library Matplotlib

*Matplotlib* merupakan salah satu *library* yang tersedia dalam bahasa pemrograman python. *Library* ini digunakan untuk membuat visualisasi data, seperti plot, histogram, dan diagram lainnya sebagai alat untuk visualisasi data dengan bahasa pemrograman python [11]. *Library* ini digunakan untuk memvisualisasikan proyeksi eigen di ruang 3 dimensi serta menampilkan *heatmap* dengan menghitung jarak Euclidean antar unsur di ruang 3 dimensi.

### III. IMPLEMENTASI

#### A. Inisialisasi

Untuk melakukan percobaan, *library NumPy* dan *Matplotlib* di-*import* terlebih dahulu agar perhitungan dan visualisasi bisa digunakan.

Pada percobaan ini, data yang akan dilakukan perhitungan adalah unsur-unsur kimia yang berupa golongan alkali. Unsur-unsur tersebut ada pada golongan IA yaitu unsur-unsur yang terletak pada kolom paling kiri yang ada dalam tabel periodik, serta unsur-unsur yang termasuk ke dalam golongan gas mulia. Unsur-unsur yang ada pada golongan VIIIA yaitu unsur yang terletak pada kolom paling kanan dalam tabel periodik.

Selanjutnya, sifat-sifat fisis dan kimia yang dihitung pada percobaan kali ini berupa massa atom, jari-jari atom, energi ionisasi, dan elektronegativitas. Massa atom yang digunakan menggunakan satuan dalton atau satuan massa atom terpadu. Jari-jari atom yang digunakan adalah jari-jari kovalen dengan satuan pikometer. Energi ionisasi yang digunakan menggunakan satuan kJ/mol. Terakhir, elektronegativitas menggunakan satuan pauling.

Data yang dikumpulkan akan diubah menjadi array dengan menggunakan *library Numpy* yang telah di-*import*. Selanjutnya, nama unsur terurut dari golongan alkali yang terletak paling atas pada tabel periodik yaitu unsur H dan dilanjutkan ke bawah sampai unsur Fr. Setelah itu nama unsur terurut dari golongan gas mulia yang terletak paling atas pada tabel periodik yaitu unsur He dan dilanjutkan ke bawah sampai unsur Og. Untuk sifat-sifat fisis dan kimia diurutkan

dengan format massa atom, jari-jari atom, energi ionisasi, dan elektronegativitas.

```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # Daftar unsur logam alkali dan gas mulia
5 unsur = ["H", "Li", "Na", "K", "Rb", "Cs", "Fr", "He", "Ne", "Ar", "Kr", "Xe", "Rn", "Og"]
6
7 # Data sifat fisis dan kimia untuk unsur-unsur logam alkali dan gas mulia
8 # Format array [massa atom, jari-jari atom, energi ionisasi, elektronegativitas]
9 data_unsur = np.array([
10     # Golongan Logam Alkali (IA)
11     [1.008, 31, 1312, 2.20], # H
12     [6.94, 128, 520, 0.98], # Li
13     [22.99, 166, 496, 0.93], # Na
14     [39.10, 203, 419, 0.82], # K
15     [85.47, 220, 403, 0.82], # Rb
16     [132.91, 244, 376, 0.89], # Cs
17     [223, 260, 393, 0.80], # Fr
18     # Golongan Gas Mulia (VIIIA)
19     [4.00, 28, 2372.3, 0.0], # He
20     [20.18, 58, 2080.7, 0.0], # Ne
21     [39.95, 106, 1521, 0.0], # Ar
22     [83.80, 116, 1350.8, 3.00], # Kr
23     [131.29, 140, 1170.4, 2.6], # Xe
24     [222, 150, 1037, 2.2], # Rn
25     [294, 152, 860.1, 0.79] # Og
26 ])

```

Gambar 5. Data sifat-sifat fisis dan kimia  
Sumber: dokumentasi pribadi

### B. Perhitungan Data

Data yang sudah dikumpulkan kemudian dihitung agar nilai-nilainya bisa digunakan menjadi nilai eigen dan vektor eigen.

Pertama, cari nilai normalisasi dari data sifat fisis dan sifat kimia pada unsur-unsur tersebut.

```

1 # Normalisasi Data
2 rata_rata = np.mean(data_unsur, axis=0)
3 standar_deviasi = np.std(data_unsur, axis=0)
4 unsur_normalisasi = (data_unsur - rata_rata) / standar_deviasi

```

Gambar 6. Perhitungan normalisasi data  
Sumber: dokumentasi pribadi

Setelah itu hitung kovarian data dari nilai yang telah dinormalisasi.

```

1 # Kovarian Matriks
2 matriks_kovarian = np.cov(unsur_normalisasi.T)

```

Gambar 7. Perhitungan matriks kovarian  
Sumber: dokumentasi pribadi

Terakhir hitung nilai eigen serta vektor eigen dari matriks kovarian tersebut.

```

1 # Mencari Nilai Eigen dan Vektor Eigen
2 nilai_eigen, vektor_eigen = np.linalg.eig(matriks_kovarian)

```

Gambar 8. Perhitungan nilai eigen dan vektor eigen  
Sumber: dokumentasi pribadi

```

[[ 0.46571234  0.2155948  -0.82093534  0.25039184]
 [ 0.63266191 -0.72642534  0.09112587 -0.25247023]
 [-0.60175938 -0.63392351 -0.46236656  0.14914358]
 [ 0.14400203 -0.15480986  0.32245685  0.92266944]]

```

Gambar 9. Hasil perhitungan vektor eigen  
Sumber: dokumentasi pribadi

### C. Proyeksi 3D dengan Vektor Eigen

Vektor Eigen yang telah didapatkan diproyeksikan ke ruang 3 dimensi dengan melakukan perkalian dot nilai normalisasi dengan vektor eigen.

```

1 # Proyeksi Nilai Eigen ke 3 Dimensi
2 X_proj_eigen_3D = np.dot(unsur_normalisasi, vektor_eigen[:, :3])

```

Gambar 10. Perhitungan proyeksi eigen di ruang 3 dimensi

Sumber: dokumentasi pribadi

Data yang telah dinormalisasi dikalikan dengan 3 vektor eigen pertama untuk memproyeksikan data ke dalam ruang 3 dimensi agar perhitungan dan visualisasi dapat dianalisis, tetapi tetap mempertahankan informasi penting pada data.

### D. Jarak Euclidean berdasarkan Proyeksi Eigen

Nilai jarak Euclidean dicari untuk mengetahui jarak proyeksi eigen. Nilai jarak Euclidean akan digunakan agar kemiripan suatu unsur dapat dilihat dengan jarak euclidean-nya. Semakin dekat jaraknya maka semakin mirip juga unsur-unsur tersebut.

```

1 # Jarak Euclidean
2 def jarak_euclidean(data):
3     n = data.shape[0]
4     jarak = np.zeros((n, n))
5     for i in range(n):
6         for j in range(n):
7             jarak[i, j] = np.sqrt(np.sum((data[i] - data[j]) ** 2))
8     return jarak

```

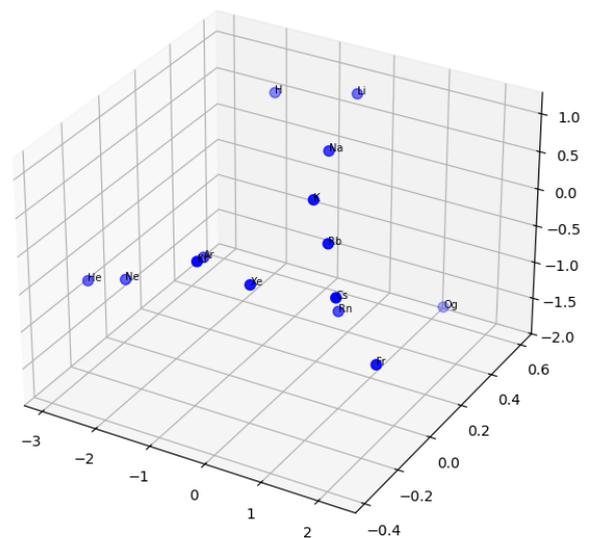
Gambar 11. Perhitungan jarak Euclidean  
Sumber: dokumentasi pribadi

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Visualisasi Proyeksi 3D dengan Vektor Eigen

Berikut ini adalah gambar hasil visualisasi proyeksi 3D dengan vektor Eigen. Titik-titik yang ada pada gambar mewakili letak unsur berdasarkan sifat di ruang 3 dimensi.

Kemiripan Unsur (Proyeksi 3D dengan Vektor Eigen)



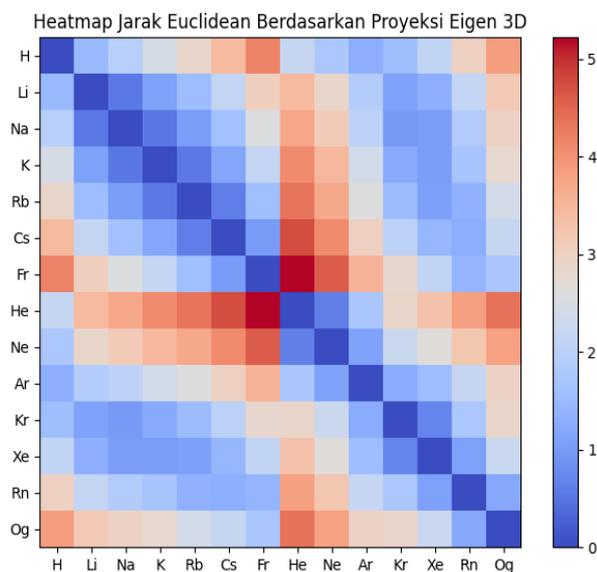
Gambar 12. Visualisasi Eigen di ruang 3 dimensi  
Sumber: dokumentasi pribadi

Terlihat dari visualisasi tersebut, titik-titik yang semakin dekat menandakan unsur-unsur tersebut semakin mirip. Namun ada kelemahan dalam visualisasi ini karena posisi-titik pada ruang 3 dimensi tersebut dipengaruhi oleh perspektif yang membuat interpretasi jarak menjadi sulit dilihat sehingga dibutuhkan nilai untuk mencari jarak antar titik-titik tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan jarak Euclidean serta heatmap antar data tersebut agar kemiripan

bisa menjadi lebih terlihat.

### B. Heatmap Jarak Euclidean Berdasarkan Proyeksi Eigen

Berikut merupakan visualisasi *heatmap* jarak Euclidean berdasarkan proyeksi eigen. Setiap kotak menandakan jarak Euclidean antar unsur. Dapat dilihat semakin mendekati warna biru tua maka jarak Euclidean unsur tersebut semakin dekat.



Gambar 13. Visualisasi heatmap jarak Euclidean berdasarkan proyeksi eigen 3 dimensi  
Sumber: dokumentasi pribadi

Untuk unsur-unsur yang termasuk ke dalam golongan alkali, unsur H paling mirip dengan unsur Li dalam golongan tersebut, sedangkan unsur H paling tidak mirip dengan unsur Fr dalam golongan tersebut. Untuk unsur-unsur lainnya seperti Li, unsur tersebut paling mirip dengan Na pada golongan alkali serta paling tidak mirip dengan Fr pada golongan yang sama. Unsur Na memiliki kemiripan yang dekat dengan 2 unsur lainnya yaitu K dan Li. Begitu juga dengan unsur K yang dekat dengan 2 unsur lainnya yaitu Na dan Rb. Kemudian unsur Rb juga yang kemiripannya dekat dengan 2 unsur lainnya yaitu K dan Cs.

Untuk unsur-unsur yang termasuk ke dalam golongan gas mulia, bisa dilihat bahwa unsur dalam golongan tersebut yang paling dekat adalah He dan Ne serta Kr dengan Xe.

Beberapa unsur yang berada pada golongan yang berbeda juga ada yang memiliki kemiripan, dilihat berdasarkan warna biru pada kotak, salah satu contoh unsur tersebut adalah Na dengan Kr dan Xe. Terlihat juga bahwa unsur He dan Fr berwarna paling merah, hal itu menandakan kedua unsur tersebut kemiripannya sangat sedikit dan hampir tidak ada karena jarak Euclidean kedua unsur tersebut paling jauh dibanding dengan jarak dengan unsur lainnya. Salah satu faktor hal tersebut bisa terjadi adalah adanya perbedaan sifat-sifat yang signifikan pada kedua unsur

tersebut. Jika dilihat dari tabel periodik, unsur Fr berada pada kolom paling kiri dan baris bawah, sedangkan unsur He berada pada kolom paling kanan dan baris paling atas.

### V. KESIMPULAN

Kemiripan suatu unsur bisa dilihat dari sifat-sifat fisis dan kimia yang ada pada unsur tersebut. Karena sifat-sifat unik yang ada pada unsur-unsur kimia, pengelompokan kemiripan menjadi bisa dilakukan, salah satu contohnya dengan menggolongkan unsur-unsur yang memiliki kemiripan sifat ditempatkan pada golongan yang sama pada tabel periodik.

Dengan melakukan perhitungan matematis, kemiripan unsur dapat dihitung dengan data sifat-sifat yang ada pada unsur. Salah satu cara perhitungan tersebut menggunakan perhitungan nilai eigen, vektor eigen, dan jarak Euclidean dari data yang tersedia.

Visualisasi juga dapat dilakukan untuk memudahkan memahami pola kemiripan antar unsur, meskipun terdapat kelemahan karena perspektif hanya terbatas pada ruang 3 dimensi. Oleh karena itu, jarak Euclidean dan heatmap digunakan untuk melengkapi informasi menjadi lebih akurat dalam melihat kemiripan antar unsur.

Dari hasil analisis, terlihat unsur-unsur yang sama cenderung memiliki kemiripan yang lebih tinggi dibandingkan dengan unsur-unsur yang ada pada golongan yang berbeda. Contohnya, unsur-unsur golongan alkali (IA) menunjukkan kemiripan yang dekat antar satu sama lain, begitu pula unsur-unsur dalam golongan gas mulia (VIIIA). Sementara itu, unsur-unsur dari golongan berbeda memiliki jarak yang lebih jauh, terutama jika perbedaan sifat fisis dan kimia di antara mereka signifikan, seperti antara unsur He dan Fr.

Implementasi ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis data dan visualisasi matematis dapat digunakan secara efektif untuk mempelajari pola hubungan antar unsur kimia yang dapat diterapkan. Namun, tetap perlu adanya penelitian tambahan mengenai unsur-unsur yang memiliki kemiripan karena implementasi ini hanya dilakukan berdasarkan perhitungan matematis bukan dengan pendekatan kimia ataupun bidang yang mempelajari tentang unsur-unsur kimia.

### VI. TAUTAN REPOSITORI PROGRAM

[https://github.com/drianto/makalah\\_algeo](https://github.com/drianto/makalah_algeo)

### VII. PENUTUP

Terima kasih kepada Allah SWT karena atas nikmat dan rahmat-Nya. Penulis dapat menyelesaikan makalah berjudul "Implementasi Nilai Eigen dan Vektor Eigen untuk Menentukan Kemiripan Unsur Kimia berdasarkan Sifat-Sifat Fisis dan Kimia" dengan baik. Selain itu, tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada dosen mata kuliah Aljabar Linier dan Geometri, Teknik Informatika ITB Semester I 2024/2025, Dr. Judhi Santoso, M.Sc., Arrival Dwi Sentosa, S.Kom., M.T. yang telah membimbing penulis selama berkuliah di mata kuliah ini. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh sumber yang dijadikan referensi pada makalah ini.

## REFERENSI

- [1] chemical element. (2014). In The IUPAC Compendium of Chemical Terminology. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). <https://doi.org/10.1351/goldbook.c01022>. Diakses tanggal 31 Desember 2024.
- [2] Cao, C., Vernon, R. E., Schwarz, W. H. E., & Li, J. (2021). "Understanding Periodic and Non-periodic Chemistry in Periodic Tables. In Frontiers in Chemistry (Vol. 8)". Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00813>. Diakses tanggal 31 Desember 2024.
- [3] Rochayati, P. (2021). "Pengembangan "komedi apik" sebagai media pembelajaran kimia materi sistem periodik unsur siswa SMA/MA" (Doctoral dissertation, Muhammadiyah University, Semarang). Diakses tanggal 1 Januari 2025.
- [4] "Physical Properties and Types of Elements". [https://scienceready.com.au/pages/properties-of-elements#:~:text=The%20state%20of%20matter%20of,Hg\)%2C%20which%20is%20liquid](https://scienceready.com.au/pages/properties-of-elements#:~:text=The%20state%20of%20matter%20of,Hg)%2C%20which%20is%20liquid). Diakses tanggal 1 Januari 2025.
- [5] "Periodic Table Trends - Physical and Chemical Properties of Elements" <https://testbook.com/chemistry/trends-in-periodic-table>. Diakses tanggal 1 Januari 2025.
- [6] atomic mass. (2006). In The IUPAC Compendium of Chemical Terminology. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Diakses tanggal 1 Januari 2025.
- [7] "What Determines the Chemical Properties of an Element?". <https://advancedchemtech.com/what-determines-the-chemical-properties-of-an-element>. Diakses tanggal 2 Januari 2025.
- [8] Kuttler, K. (2012). "Linear Algebra II: Spectral Theory and Abstract Vector Spaces". Ventus Publishing ApS. Diakses tanggal 2 Januari 2025
- [9] Anton, Howard (1994), "Elementary Linear Algebra (edisi ke-7th)", John Wiley & Sons, hlm. 170–171. Diakses tanggal 2 Januari 2025.
- [10] Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., et al. (2020). "Array programming with NumPy". In Nature (Vol. 585, Issue 7825, pp. 357–362). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>. Diakses tanggal 2 Januari 2025.
- [11] Babitz, K. (2023). "Introduction to Plotting with Matplotlib in Python", <https://www.datacamp.com/tutorial/matplotlib-tutorial-python>. Diakses tanggal 2 Januari 2025.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Sumedang, 2 Januari 2025



Andri Nurdianto  
13523145