

HUBUNGAN POTENSIAL PEMERCEPAT TERHADAP KUAT ARUS DAN JEJARI BERKAS ELEKTRON DALAM NISBAH MUATAN LISTRIK e/m

Muh. Said L*

*)Dosen Jurusan Fisika Fak. Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar
Email: muhammadsaidlanto83@gmail.com

Abstract: This research is about the e / m electric charge ratio with the aim of (1) to determine the relationship between accelerator potential and current strength and electron beam radius, (2) to determine the value of e / m for electron particles based on calculation results and graphs. . This research uses a cathode tube and a coil which functions to generate a magnetic field. This coil is called a Helmholtz coil (a coil that has a radius equal to the distance of the two coils). Based on the research results, it was found that (1) the greater the potential value of the accelerator, the smaller the value of the electron beam radius, and vice versa, if the smaller the potential value of the accelerator, the greater the value of the electron beam radius. whereas the acceleration potential relation to the electron current strength, if the value of the accelerator voltage is enlarged, the strength of the electron current will also be greater, and vice versa; (2) the average e / m value of the calculation result is $1.67 \times 10^{11} \text{ C / kg}$ and the average e / m value of the graph is $1.66 \times 10^{11} \text{ C / kg}$. While the percent (%) difference in the value of e / m in literature with the results of calculations and graphs is 0.05% and the percent (%) of the difference in the value of e / m in calculations with the results of the graph is 0.001%.

Keywords: Electron, Cathode, Helmholtz Coil, Ratio and Accelerator Potential

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Menurut hipotesis Maxwell menyatakan bahwa perubahan medan listrik menghasilkan medan magnet. Pada tahun 1867 Maxwell mengemukakan bahwa muatan listrik yang dipercepat menimbulkan gangguan listrik dan medan magnet yang terkait yang menjalar terus-menerus melalui ruang hampa jika muatan bergetar periodis. Meskipun sinar katoda sudah ditemukan sejak tahun 1859 namun baru tiga puluh delapan tahun kemudian muatan spesifik sinar katoda diperoleh. J.J Thomson (1856-1940) yang pertama kali melakukan uji eksperimental untuk menentukan muatan sinar katoda. Seperti halnya dalam tabung sinar katoda, elektron dihasilkan dari katoda yang dipanaskan oleh filamen. Elektron dipercepat menuju anoda yang berbentuk silinder dan melewatinya. Pada bagian selanjutnya dipasang pelat sejajar yang diberi beda potensial sehingga menimbulkan medan listrik. Pada bagian ini juga terdapat medan magnet yang digambarkan masuk bidang kertas. Jika kedua medan listrik dan medan magnet bernilai nol, elektron akan mencapai posisi X dilayar dan menimbulkan *fluoresensi*.

Prinsip yang digunakan oleh Thomson dalam melakukan pengukuran ini adalah jika suatu muatan elektron bergerak di dalam ruang yang berada dibawah pengaruh medan magnet atau medan listrik maka muatan tersebut akan mengalami gaya sehingga pergerakan elektron akan menyimpang. Adanya gejala

fisis ini dipertimbangkan sebagai pergerakan muatan elektron di dalam medan magnet maupun medan listrik persis seperti partikel yang dilemparkan horizontal didalam medan gravitasi bumi.

Dalam penelitian ini menggunakan sistem yang terdiri dari sebuah tabung katoda dan kumparan yang berfungsi untuk menghasikan medan magnet. Kumparan ini disebut kumparan *Helmholtz* yang digunakan untuk menghilangkan medan magnetik bumi dan untuk memberikan medan magnet yang konstan dalam ruang yang sempit dan terbatas. Energi kinetik yang dimiliki oleh elektron diperoleh dari energi potensial yang diberikan oleh pasangan anoda-katoda. Kumparan *Helmholtz* digunakan untuk menghilangkan medan magnetik bumi dan untuk memberikan medan magnet yang konstan dalam ruang yang sempit dan terbatas. Sedangkan Andre Marie Ampere dengan penelitiannya berhasil menunjukkan bahwa elemen arus akan mengalami gaya ketika berada dalam medan magnet. Berangkat dari sinilah, penelitian tentang hubungan antara potensial pemercepat terhadap kuat arus dan jejari berkas elektron yang dihasilkan dalam perbandingan (nisbah) e/m ini dilakukan.

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah (1) bagaimana hubungan antara tegangan pemercepat terhadap kuat arus dan jejari berkas elektron yang dihasilkan dalam nisbah muatan listrik e/m ?, dan (2) seberapa besar nilai e/m untuk partikel elektron berdasarkan hasil yang diperoleh secara perhitungan dan grafik dan berapa persen (%) perbedaannya?

Tujuan Penelitian

Tujuan yang dicapai dalam penelitian eksperimental ini adalah:

1. Memahami hubungan antara tegangan pemercepat terhadap kuat arus dan jejari berkas elektron.
2. Menentukan besarnya nilai e/m untuk partikel elektron berdasarkan hasil perhitungan dan grafik serta persen (%) perbedaannya.

Ruang Lingkup

Penelitian ini membahas tentang nisbah muatan listrik e/m khususnya tentang hubungan potensial pemercepat dengan kuat arus dan jejari berkas elektron, perbandingan nilai e/m secara pustaka dan perhitungan serta grafik yang diperoleh.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Teori Atom J.J.Thomson

Model struktur atom diperkenalkan untuk pertama kalinya oleh J.J. Thomson pada tahun 1898, yang telah tersohor karena keberhasilannya mencirikan elektron dan mengukur nisbah (*ratio*) muatan terhadap massa (e/m) elektron. Model atom yang diperkenalkan oleh Thomson dapat menjelaskan beberapa sifat yang dimiliki oleh atom seperti ukuran, massa, jumlah elektron dan kenetralan muatan listrik. Model atom Thomson mengusulkan bahwa atom merupakan bola bermuatan positif yang mengandung elektron (Model kue kismis) (Iswadi, 2013).

Kegagalan model atom Thomson yang sulit untuk dijelaskan adalah saat meninjau penyerapan radiasi oleh atom, dimana semua atom dalam model ini memancarkan radiasi dalam frekuensi getarnya, dengan amplitudo yang menurun atau menyerap radiasi pada frekuensi yang sama pula yang mengakibatkan amplitudo getarnya meningkat. Mengingat bahwa pada kenyataannya seringkali

atom-atom tidak memancarkan dan menyerap radiasi pada frekuensi yang sama. Kegagalan yang paling mencolok adalah muncul dari hamburan partikel bermuatan atom (Iswadi, 2013).

Teori Thomson memiliki kelebihan yaitu mampu membuktikan adanya partikel lain yang bermuatan negatif dalam atom. Berarti atom bukan merupakan bagian terkecil dari suatu unsur namun teori ini tidak dapat menjelaskan susunan muatan positif dan negatif dalam bola atom tersebut. Selain roti kismis, teori atom Thomson dapat diumpamakan sebagai semangka. Daging buah yang berwarna merah melambangkan ruang yang bermuatan positif, sedangkan biji yang tersebar didalamnya adalah elektron yang bermuatan negatif. Sekiranya teori atom Thomson dapat diringkas sebagai berikut (Rahma, 2014):

- a. Atom berupa bola yang bermuatan positif dengan adanya elektron yang bermuatan negatif di sekelilingnya.
- b. Muatan positif dan negatif pada atom besarnya sama. Hal ini menjadikan atom bermuatan netral. Suatu atom tidak mempunyai muatan positif atau negatif yang berlebihan.

Sejarah Sinar Katoda

Sinar katoda merupakan sinar dengan muatan negatif yang memiliki sifat yakni mampu menghitamkan plat foto, dapat menghasilkan sinar-x, sinar katoda merambat menurut garis lurus, dapat menghasilkan panas, dapat memendarkan sulfida, dapat dibelokkan oleh medan listrik dan medan magnet.

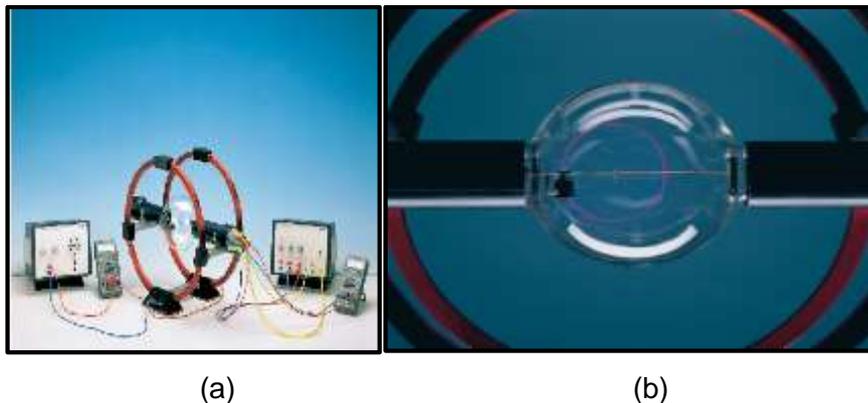
Pada tahun 1869 fisikawan Jerman Johann Wilhelm Hittorf melakukan kajian mengenai konduktivitas listrik dalam gas, dari eksperimen ini berhasil menemukan sebuah pancaran yang dipancarkan dari katoda dimana ukurannya dari pancaran ini terus meningkat seiring dengan menurunnya tekanan gas, pada tahun 1876, fisikawan Jerman Eugen Goldstein menunjukkan bahwa sinar pancaran ini menghasilkan bayangnya dan kemudian diberi nama sinar katoda (Kenneth, 1982).

Tahun 1870-an, kimiawan dan fisikawan asal Inggris William Crookes mengembangkan tabung katoda pertama dalam keadaan vakum. Kemudian menunjukkan adanya sinar berpendar yang tampak di dalam tabung tersebut membawa energi dan bergerak dari katoda menuju ke anoda. Lebih jauh lagi, dengan menggunakan medan magnetik, sinar dalam tabung tersebut dapat berbelok maka disimpulkan bahwa berkas ini berperilaku seolah-olah ia bermuatan negatif. Pada tahun 1879, ilmuwan tersebut mengajukan bahwa sifat-sifat ini dapat dijelaskan menggunakan apa yang diistilahkan sebagai 'materi radian' (*radiant matter*). Hasilnya adalah keadaan materi keempat, yang terdiri dari molekul-molekul bermuatan negatif yang diproyeksikan dengan kecepatan tinggi dari katode (Kenneth, 1982).

Pada tahun 1896, fisikawan Britania J.J. Thomson, bersama dengan koleganya John S. Townsend dan H. A. Wilson, melakukan eksperimen yang mengindikasikan bahwa sinar katode benar-benar merupakan partikel baru dan bukanlah gelombang, atom ataupun molekul seperti yang dipercayai sebelumnya. Thomson membuat perkiraan yang cukup baik dalam menentukan muatan e dan massa m , dan menemukan bahwa partikel sinar katoda, yang ia sebut "*corpuscles*" mungkin bermassa seperseribu massa ion terkecil yang pernah diketahui (*hidrogen*). Thomson menunjukkan bahwa nisbah massa terhadap muatan, e/m , tidak tergantung pada material katoda (Kenneth, 1982).

Nisbah e/m

Perkembangan ilmu pengetahuan fisika terutama yang menyangkut fisika atom mengalami perkembangan yang sangat pesat setelah J.J. Thomson (1856-1940) menemukan partikel elementer yang dinamakan elektron. Penemuan elektron ini diawali dengan suatu eksperimen tentang sinar katoda oleh William Crookes (1892 - 1919) yang diperoleh kesimpulan bahwa : (1) sinar katoda merambat menurut garis lurus, (2) dapat memendarkan sulfida seng dan barium platinasianida, (3) terdiri atas partikel-partikel bermuatan negatif, (4) dapat menghasilkan panas, (5) mampu menghitamkan plat foto, (6) dibelokkan oleh medan listrik dan medan magnet ke arah tertentu, (7) dapat menghasilkan sinar-x (Beiser, 1987). Berikut model orbit elektron dan rangkaian nisbah muatan listrik e/m :



Gambar 1. (a) Rangkaian penelitian nisbah e/m ; (b) Hasil tampilan jejeri berkas elektron pada kumparan *Hemholtz* (Tim Dosen Fisika Eksperimen, 2014)

Berdasarkan sifat-sifat sinar katoda di atas, J.J. Thomson mengusulkan bahwa sinar katoda merupakan aliran elektron-elektron yang keluar dari katoda menuju anoda dengan kecepatan tinggi. Selanjutnya, Thomson berhasil merancang dan melakukan eksperimen untuk menentukan perbandingan antara muatan per satuan massa (e/m) partikel bermuatan negatif yang terdapat pada berkas sinar katoda. Elektron yang dihasilkan oleh katoda akibat proses pemanasan dengan menggunakan filamen pemanas (proses *thermo elektron*) dipercepat menuju anoda oleh suatu beda potensial antara anoda dan katoda sebesar V .

Karakteristik berkas sinar katoda dijelaskan sebagai berikut (Tim Dosen Fisika Eksperimen, 2014):

- Berkas 1, hanya dengan adanya medan listrik, berkas sinar katoda dibelokkan ke atas menyentuh layar pada titik 1.
- Berkas 2, hanya dengan adanya medan magnet, berkas sinar katoda dibelokkan ke bawah menyentuh layar pada titik 2.
- Berkas 3, berkas sinar katoda akan lurus dan menyentuh layar dititik 3, bila medan listrik dan medan magnet sama besarnya.

Jika kecepatan elektron pada saat lepas dari katoda karena proses pemanasan diabaikan, maka kelajuan elektron v pada saat melewati anoda dapat dihitung berdasarkan hukum kekekalan energi. Jari-jari lintasan R dapat dihitung melalui mistar pada layar. Dengan mengukur potensial pemercepat (V), arus kumparan Helmholtz (I), dan jari-jari melingkar elektron (r), maka nilai e/m dapat dihitung dengan mudah.

Berkas elektron dipenuhi oleh gaya magnetik F_m dan gaya sentrifugal F_s , kedua gaya tersebut memberikan nilai:

$$F_s = \frac{mv^2}{r} \quad \text{dan} \quad F_m = qvB$$

Karena $F_m = F_s$, maka,

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \quad (1)$$

$q = e =$ muatan elektron

$$eB = \frac{mv}{r} \quad (2)$$

sehingga:

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Br} \quad (3)$$

Elektron dipercepat melalui potensial (V) dikarenakan memiliki energi kinetik sebesar:

$$eV = \frac{1}{2}mv^2 \quad (4)$$

Kecepatan elektron menjadi:

$$v = \left(\frac{2eV}{m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Medan magnet yang dihasilkan di sekitar sumbu sepasang kumparan *Helmholtz* diberikan oleh:

$$B = \frac{(N\mu_0)I}{\left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{3}{2}}a} \quad (6)$$

Jika persamaan (3) dan (4) disubstitusi ke persamaan (1), maka diperoleh:

$$\frac{e}{m} = \frac{2V\left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{3}{2}}a^2}{(\mu_0 INr)^2} \quad (7)$$

dengan $V =$ potensial pemercepat (volt), $a =$ jejari kumparan *Helmholtz* (m), $\mu_0 =$ permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/Am}^2$), $I =$ arus elektron (A), $N =$ jumlah lilitan kumparan *Hemholts* dan $r =$ Jejari berkas elektron (m).

Dengan menggunakan persamaan (7) maka dapat ditentukan besarnya harga perbandingan muatan (e) terhadap massa (m) elektron.

3. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2014 di Laboratorium Optik Lantai 2.11, Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari balok tabung katoda beserta soketnya, kumparan *Helmholtz* satu pasang dengan diameter 40 cm dan jumlah lilitannya 154 lilitan, power supply (0–600 V), power supply (universal), digital multimeter dua buah. Sedangkan bahan yang digunakan adalah beberapa kabel penghubung

Prinsip Kerja

Prinsip kerja pada penelitian eksperimental ini adalah elektron yang dipercepat dalam medan listrik dan dimasukkan medan magnet pada sudut kanan ke arah gerakan elektron sehingga nilai spesifik muatan elektron ditentukan dari tegangan pemercepat, kuat medan magnet dan jari-jari orbit elektron. Adapun model rangkaian penelitian ini adalah:



Gambar 2. Rangkaian penelitian nisbah muatan listrik e/m .

Variabel Penelitian

1. Variabel dependen = potensial pemercepat V .
2. Variabel independen = kuat arus I dan jejari berkas elektron r .
3. Variabel kontrol = jejari kumparan Hemholts dan jumlah lilitannya.
4. Variabel tambahan =
 - a. Variabel terukur = potensial pemercepat, kuat arus elektron, jejari kumparan Hemholts ($a = 20$ cm), jejari berkas elektron ($r = 2, 3, 4$ dan 5 cm) dan jumlah lilitan kumparan Hemholts ($N = 154$ lilitan).
 - b. Variabel terhitung = nilai perbandingan muatan listrik e/m dan % perbedaan antara nilai pustaka dengan nilai perhitungan dan grafik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan

Hasil pengukuran potensial pemercepat dan kuat arus elektron pada masing-masing jejari berkas elektronnya dengan beberapa parameter yang ditetapkan yaitu:

$N = 154$ lilitan; $a = 0,2$ m dan $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Wb/Am².

Tabel 1. Data hasil pengukuran tegangan pemercepat V dan kuat arus I pada setiap jejari bekas elektron r

No	V (V)	$r = 0.05$ m	$r = 0.04$ m	$r = 0.03$ m	$r = 0.02$ m
		I (A)	I (A)	I (A)	I (A)
1	100	0.99	1.24	1.67	2.61
2	120	1.09	1.38	1.80	2.79

3	140	1.17	1.45	1.97	3.01
4	160	1.25	1.56	2.10	3.24
5	180	1.32	1.65	2.24	3.48
6	200	1.40	1.73	2.37	3.59
7	220	1.45	1.80	2.47	3.82
8	240	1.53	1.90	2.56	3.95
9	260	1.60	1.98	2.70	4.09
10	280	1.66	2.07	2.81	-*
11	300	1.70	2.17	2.90	-*
12	320	1.76	2.24	2.99	-*
13	340	1.82	2.31	3.09	-*

Catatan: -*) Data diperoleh sebesar 4,03 A, namun tidak berada pada orbit elektron di $r=0,02$ m dengan potensial pemercepat (280-340) V.

Analisis Data

Hasil perhitungan nilai perbandingan muatan listrik e/m diperoleh sesuai persamaan (2.7), dengan masing-masing parameter yang terukur dan dikontrol telah ditentukan seperti pada tabel 4.1 di atas. Berikut hasil perhitungan nilai e/m dituliskan dalam bentuk tabel untuk setiap jejari berkas elektron yaitu:

Tabel 2. Analisis data perhitungan nilai e/m

$(e/m)_1$ ($\times 10^{11}$ C/kg)	$(e/m)_2$ ($\times 10^{11}$ C/kg)	$(e/m)_3$ ($\times 10^{11}$ C/kg)	$(e/m)_4$ ($\times 10^{11}$ C/kg)
untuk $r = 0.05$ m	untuk $r = 0.04$ m	untuk $r = 0.03$ m	untuk $r = 0.02$
1.70447	1.6976	1.6639	1.5327
1.68728	1.6448	1.7187	1.60958
1.70850	1.7381	1.6740	1.61337
1.71064	1.7161	1.6836	1.59136
1.72577	1.7258	1.6647	1.55186
1.70464	1.7443	1.6523	1.62024
1.74802	1.7724	1.6731	1.57411
1.71273	1.7353	1.6994	1.60604
1.69665	1.7311	1.6550	-
1.69747	1.7057	1.6455	-
1.73413	1.663	1.6553	-
1.72577	1.6647	1.6610	-
1.71473	1.6632	1.6524	-

Tabel 3. Nilai rata-rata perhitungan nilai e/m dan % perbedaan (e/m) pustaka terhadap nilai (e/m) perhitungan (%)

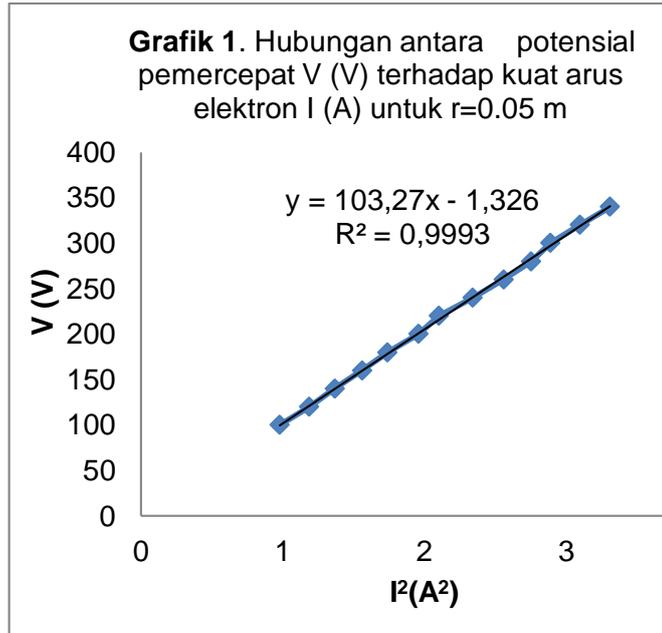
$(e/m)_1$ ($\times 10^{11}$ C/kg)	$(e/m)_1$ ($\times 10^{11}$ C/kg)	$(e/m)_1$ ($\times 10^{11}$ C/kg)	$(e/m)_1$ ($\times 10^{11}$ C/kg)
untuk $r = 0.05$ m	untuk $r = 0.04$ m	untuk $r = 0.03$ m	untuk $r = 0.02$
1.71314	1.70784	1.66916	1.58741
(e/m) rerata total (C/kg)			1.67×10^{11}
Nilai e/m secara standar (pustaka) (C/kg)			$1,76 \times 10^{11}$

% perbedaan (e/m) pustaka terhadap nilai (e/m) perhitungan (%)	0.05
--	------

Grafik Hubungan Antara Potensial Pemercepat V terhadap Kuat Arus Elektron I dan Jejari Berkas Elektron r.

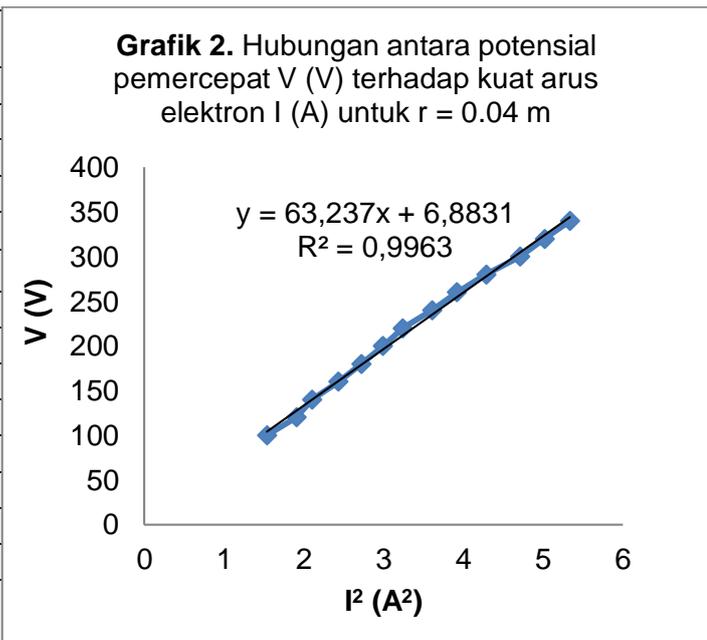
Tabel 4. Hubungan potensial pemercepat V terhadap kuat arus elektron I pada jejari berkas elektron 0,05 m.

I^2 (A ²)	r = 0.05 m V (V)
0.9801	100
1.1881	120
1.3689	140
1.5625	160
1.7424	180
1.9600	200
2.1025	220
2.3409	240
2.5600	260
2.7556	280
2.8900	300
3.0976	320
3.3124	340
(e/m)grafik ($\times 10^{11}$ C/kg)	1.72518
% Perbedaan (%)	0.02



Tabel 5. Hubungan tegangan pemercepat V terhadap kuat arus elektron I pada jejari berkas elektron 0,04 m.

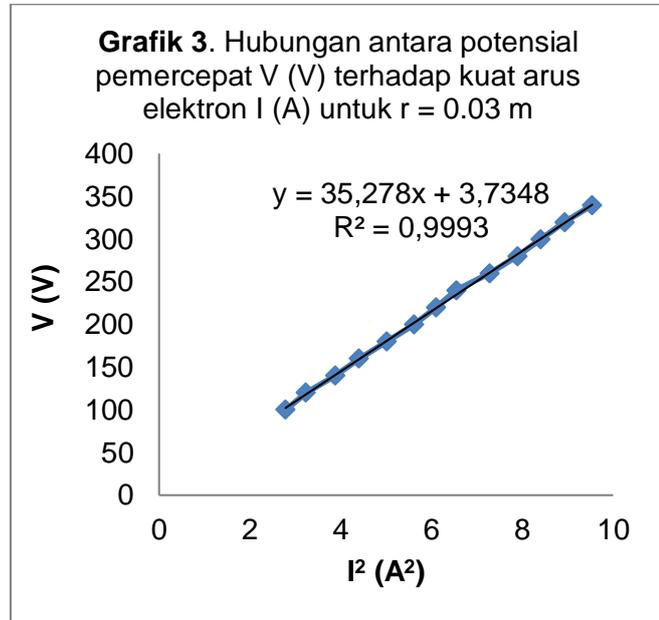
I^2 (A ²)	r = 0.04 m V (V)
1.5376	100
1.9044	120
2.1025	140
2.4336	160
2.7225	180
2.9929	200
3.2400	220
3.6100	240
3.9204	260
4.2849	280
4.7089	300
5.0176	320
5.3361	340
(e/m)grafik ($\times 10^{11}$ C/kg)	1.65063



% Perbedaan (%)	0.06
-----------------	------

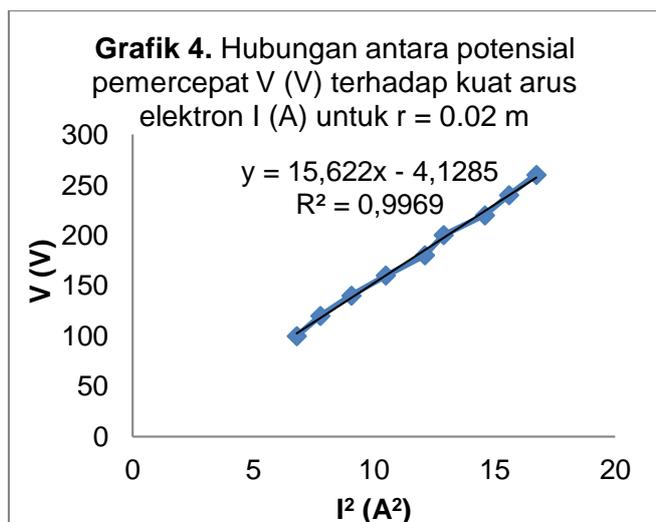
Tabel 6. Hubungan tegangan pemercepat V terhadap kuat arus elektron I pada jejari berkas elektron 0,03 m.

I^2 (A ²)	$r = 0.03$ m V (V)
2.7889	100
1.1664	120
3.8809	140
4.4100	160
5.0176	180
5.6169	200
6.1009	220
6.5536	240
7.2900	260
7.8961	280
8.4100	300
8.9401	320
9.5481	340
(e/m)grafik ($\times 10^{11}$ C/kg)	1.63705
% Perbedaan (%)	0.07



Tabel 7. Hubungan tegangan pemercepat V terhadap kuat arus elektron I pada jejari berkas elektron 0,02 m.

I^2 (A ²)	$r = 0.02$ m V (V)
6.8121	100
7.7841	120
9.0601	140
10.4976	160
12.1104	180
12.8881	200
14.5924	220
15.6025	240
16.7281	260
(e/m)grafik ($\times 10^{11}$ C/kg)	1.63108
% Perbedaan (%)	0.07



Tabel 8. Rerata nilai e/m secara grafik dan % perbedaan (e/m) pustaka-grafik dan grafik-perhitungan

(e/m) ₁ ($\times 10^{11}$ C/kg) untuk r=0,05 m	(e/m) ₂ ($\times 10^{11}$ C/kg) untuk r=0,05 m	(e/m) ₃ ($\times 10^{11}$ C/kg) untuk r=0,05 m	(e/m) ₄ ($\times 10^{11}$ C/kg) untuk r=0,05 m
1.72518	1.65063	1.63705	1.63108
(e/m) rerata total grafik (C/kg)		1.66098 $\times 10^{11}$	
% perbedaan (e/m) nilai pustaka terhadap nilai (e/m) grafik (%)		0.05	
% perbedaan (e/m) nilai perhitungan terhadap nilai (e/m) grafik (%)		0.01	

Pembahasan

Interaksi medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz dengan elektron yang bergerak akibat adanya arus akan menghasilkan pembelokan lintasan. Ini tidak bisa dilihat dengan mata, oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan zat Helium. Akibat adanya zat Helium, maka sinar katoda (elektron dari katoda dapat menembus atau menumbuk He sehingga berbentuk seperti sebuah sinar yang membentuk orbit) berwarna kehijau-hijauan. Warna hijau ini diakibatkan oleh panjang gelombang yang dicapai oleh elektron valensi He ketika bertumbukan dengan elektron pada katoda. Elektron yang dihasilkan oleh filamen (yang berlaku sebagai katoda), akibat proses termoelektron, akan dipercepat ke arah anoda yang mempunyai beda tegangan (V) terhadap katoda.

Berdasarkan prinsip kekekalan energi, jika tidak ada usaha yang dikenakan pada elektron, maka elektron tersebut akan mempunyai energi kinetik akibat tegangan (V). Elektron tersebut bergerak dalam medan magnet seragam (akibat kumparan Helmholtz), sehingga terjadi perubahan arah dari kecepatan elektron tanpa merubah kelajuannya, sehingga elektron akan bergerak melingkar. Pada gerak melingkar ini besar gaya sentripetal sama dengan besar gaya medan magnet pada elektron tersebut, sehingga nilai perbandingan e/m dapat diperoleh hasilnya. Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diamati bahwa pada saat nilai tegangan (V) besar maka nilai arus listrik elektron (I) juga semakin besar, maka jari-jari lintasan elektron akan semakin kecil. Jika semakin besar nilai kuat arusnya maka medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan Helmholtz semakin besar pula. Medan magnet yang besar akan membelokkan elektron dengan kuat sehingga diameter lintasan elektron semakin kecil karena diameter elektron berbanding terbalik dengan medan magnet.

Berdasarkan hasil analisis perhitungan diperoleh secara rata-rata nilai (e/m) sebesar $1,67 \times 10^{11}$ C/kg, sedangkan dari ke empat analisis grafik di atas diperoleh nilai e/m pada grafik r=0,05 m yaitu $1,72518 \times 10^{11}$ C/kg, grafik r=0,04 m yaitu $1,65063 \times 10^{11}$ C/kg, nilai e/m pada grafik r=0,03 m yaitu $1,63705 \times 10^{11}$ C/kg dan nilai e/m pada grafik r=0,02 m yaitu $1,63108 \times 10^{11}$ C/kg. Dari hasil grafik tersebut diperoleh nilai e/m secara rerata yaitu $1,66098 \times 10^{11}$ C/kg. Dalam penelitian ini, nilai yang dijadikan sebagai standar (pustaka) adalah nilai e/m yang diperoleh oleh J.J Thomson yaitu $1,76 \times 10^{11}$ C/kg, sehingga dari hasil fokus penelitian diperoleh persen (%) perbedaan rata-rata 0,05% baik secara perhitungan maupun grafik. Ini terjadi perbedaan disebabkan karena pada jejari berkas elektronnya saat dilakukan pemutaran tidak tepat pada orbit elektronnya, kemudian data pengukuran arus sudah dicatat. Dari hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa semakin besar potensial pemercepat yang digunakan maka

arus yang mengalir pun semakin besar dan berbanding terbalik dengan jejari berkas elektron. Namun perlu diperhatikan pula pada jejari berkas elektronnya, dimana semakin jauh jejari berkas elektronnya maka semakin kecil arus yang mengalir dan pada akhirnya jika potensialnya dinaikkan terus maka akan terbaca nilai arus elektron yang konstan yaitu rata-rata 4,03 pada jejari berkas elektron $r=0,02$ m. Hal ini disebabkan karena potensial pemercepatnya tidak mampu menyuplai jejari berkas elektron dalam orbitnya yaitu (260-340) volt.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah :

- a. Semakin besar nilai tegangan pemercepatnya maka akan semakin kecil nilai jejari berkas elektronnya, begitu juga sebaliknya jika semakin kecil nilai tegangan pemercepatnya maka akan semakin besar nilai jejari berkas elektronnya. Sedangkan jika nilai tegangan pemercepatnya diperbesar maka kuat arus elektronnya juga semakin besar pula.
- b. Berdasarkan hasil penelitian di peroleh nilai e/m rata-rata hasil perhitungan adalah $1,67 \times 10^{11}$ C/kg dan nilai e/m rata-rata hasil grafik adalah sebesar $1,66 \times 10^{11}$ C/kg. Sedangkan persen (%) perbedaan nilai e/m secara pustaka dengan hasil perhitungan dan grafik adalah sebesar 0.05% dan (%) perbedaan nilai e/m secara perhitungan dengan hasil grafik adalah sebesar 0.01 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Penelitian J.J.Thomson*. 2014. <http://www.wikipedia.co.id./Penelitian-jj-thomson.htm/>. (Diakses tanggal 10 November 2014)
- Anonim. *Nisbah e/m*. 2014. <http://www.wikipedia.co.id./nisbah-e/m.htm/>. (Diakses tanggal 10 November 2014)
- Beiser, Arthur. *Konsep Fisika Modern*. Jakarta: Erlangga. 1987.
- Frederich J. Bueche. *Fisika*. Edisi 8. Jakarta: Erlangga. 1989.
- Iswadi. *Fisika Modern*. Makassar: Alauddin University Press. 2013.
- Krane, Kenneth. S. *Fisika Modern*. Terjemahan: Hans J.Wospakrik dan Sofia Nikhsolihin. Jakarta: Penerbit UI. 1982.
- Lailatur, Rahma. *Pengembangan Teori Atom*. Surabaya: Erlangga. 2014.
- Markus. *Penelitian e/m Elektron*. Jakarta: Erlangga. 2007
- Mulyono. *Listrik Magnet*. Yogyakarta: Andi. 2003.
- Tim Dosen Fisika Eksperimen 1. *Penuntun Fisika Eksperimen 1*. Makassar: UIN Alauddin Makassar. 2014.
- Tipler, Paul A. *Fisika untuk Sains dan Teknik*, Edisi Ketiga Jilid 2. Jakarta: Erlangga, 2001.
- Tri Kuntoro. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Andi. 2008.
- Wehr, M.R., et al. *Physics of The Atom*. Manila: Addison-Wesley Publishing Company. 1980.