



Alat Bantu Analisis Medan Listrik Dua Muatan Titik Berbasis *Graphical User Interface*

Nurullaeli*, Alpi Mahisha Nugraha
 Universitas Indraprasta PGRI
 * E-mail: leli.biofisika@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:
 Diterima: 25 Mei 2021
 Disetujui: 5 Juni 2021
 Dipublikasikan: 30 Juni 2021

Kata kunci:

GUI, Analisis, Medan Listrik,
 MATLAB

Abstrak

Pandemi covid-19 memengaruhi hampir seluruh aspek kehidupan, salah satunya dalam bidang pendidikan. Proses pembelajaran yang sebelumnya dilakukan dengan tatap muka langsung harus dilakukan dengan sistem daring (dalam jaringan) demi menekan laju penularan covid-19. Pembelajaran dengan sistem daring terutama pada mata kuliah eksak seperti fisika menuntut dosen untuk membuat inovasi media pembelajaran yang dapat mendukung proses belajar mandiri. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat alat bantu analisis medan listrik dua muatan titik. Analisis medan listrik dilakukan pada beberapa sub pokok bahasan yaitu menentukan besar serta arah medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan segaris, menentukan besar medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan pada sudut-sudut segitiga, dan menentukan posisi medan listrik bernilai nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris. Dalam menentukan posisi medan listrik bernilai nol selain digunakan metode analitik juga digunakan metode numerik secant. Algoritma perhitungan pada penelitian ini ditulis dalam bahasa pemrograman MATLAB dan ditampilkan dalam bentuk *Graphical User Interface* (GUI). Analisis medan listrik dua muatan titik menggunakan GUI dapat dilakukan dengan relatif cepat dan memiliki akurasi perhitungan yang tinggi. Alat bantu ini dapat menjadi salah satu inovasi media pembelajaran dalam menganalisis medan listrik dua muatan titik yang dapat mendukung proses belajar secara mandiri.

PENDAHULUAN

Pandemi covid-19 merupakan pukulan untuk seluruh dunia. Adanya pandemi ini memengaruhi hampir seluruh aspek kehidupan, salah satunya dalam bidang pendidikan. Proses pembelajaran yang sebelumnya dilakukan dengan tatap muka langsung harus dilakukan dengan sistem daring (dalam jaringan) demi menekan laju penularan covid-19. Dalam pembelajaran dengan sistem daring, mahasiswa harus lebih banyak belajar secara mandiri untuk dapat memahami materi dengan baik. Informasi dari internet yang deras seharusnya dapat mempermudah belajar mandiri, justru cenderung membingungkan mahasiswa (Matsun dkk, 2018: 99). Pembelajaran mandiri ini perlu diarahkan supaya mahasiswa bisa belajar di luar jam tatap muka dengan efektif (Pujiono dkk, 2016: 71). Pembelajaran dengan sistem daring terutama pada mata kuliah eksak seperti fisika menuntut dosen untuk membuat inovasi media pembelajaran yang dapat mendukung proses belajar mandiri.

Medan listrik merupakan salah satu pokok bahasan dalam ilmu fisika yang melibatkan variabel mikroskopis yaitu muatan listrik. Setiap muatan listrik menghasilkan sesuatu yang memengaruhi ruang di sekitar muatan listrik tersebut berada. Sesuatu yang dihasilkan oleh muatan listrik ini disebut sebagai medan listrik. Pengaruh dari medan listrik hanya dirasakan oleh muatan listrik lain disekitarnya (Susanti dkk, 2019: 692). Medan listrik termasuk besaran vektor sehingga mempunyai nilai dan arah. Penentuan arah medan listrik akibat dua muatan titik (muatan listrik) diperlukan untuk menghitung medan listrik total pada suatu titik (posisi). Dalam teori medan listrik sudah diketahui bahwa muatan positif mempunyai arah medan listrik ke luar (menjauhi muatan) dan

muatan negatif mempunyai arah medan listrik ke dalam (mendekati muatan). Konsep abstrak merupakan konsep yang sulit divisualisasikan atau ditampilkan prosesnya secara langsung melalui kegiatan laboratorium riil sekalipun. Hal ini kemudian berimplikasi pada rendahnya penguasaan konsep dan perolehan hasil belajar peserta didik (Gunawan dkk, 2015: 9). Dalam menjelaskan konsep medan listrik dosen harus dapat memvisualisasikan secara sederhana agar mahasiswa dapat membayangkan fenomena abstrak tersebut sehingga tujuan pembelajaran tercapai.

Alat bantu analisis medan listrik pada muatan titik diperlukan untuk mendukung proses pembelajaran dengan sistem daring yang menuntut mahasiswa lebih banyak belajar secara mandiri. Materi medan listrik merupakan pokok bahasan yang sangat luas. Pada penelitian ini, peneliti membatasi pembuatan alat bantu analisis medan listrik untuk menentukan besar serta arah medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan segaris, menentukan besar medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan pada sudut-sudut segitiga, dan menentukan posisi medan listrik bernilai nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris. Analisis medan listrik dikemas dalam bentuk GUI menggunakan bahasa pemrograman MATLAB. Bahasa pemrograman ini menawarkan pembuatan GUI melalui fasilitas GUIDE yang memudahkan pengguna dalam mendesain GUI.

METODE PENELITIAN

Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan untuk lebih memahami konsep medan listrik dua muatan titik yang diletakkan segaris maupun diletakkan pada sudut-sudut segitiga, posisi medan listrik sama dengan nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris, metode numerik secant, dan mengetahui perkembangan dari bidang yang diteliti.

Analisis Rumus Medan Listrik

Analisis rumus ini dilakukan untuk mendapatkan rumus yang dipakai dalam pembuatan GUI. Analisis rumus yang dilakukan, yaitu:

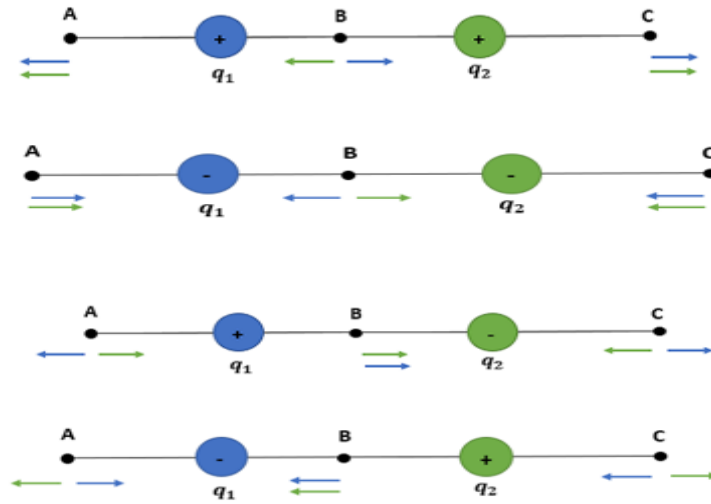
1. Analisis rumus medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan segaris maupun diletakkan pada sudut - sudut segitiga.

Rumus medan listrik adalah sebagai berikut

$$E = k \frac{q}{r^2} \quad (1)$$

Dimana E merupakan besar medan listrik, k merupakan konstanta gaya listrik yang besarnya $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$, q merupakan besar muatan, dan r adalah jarak titik ke muatan.

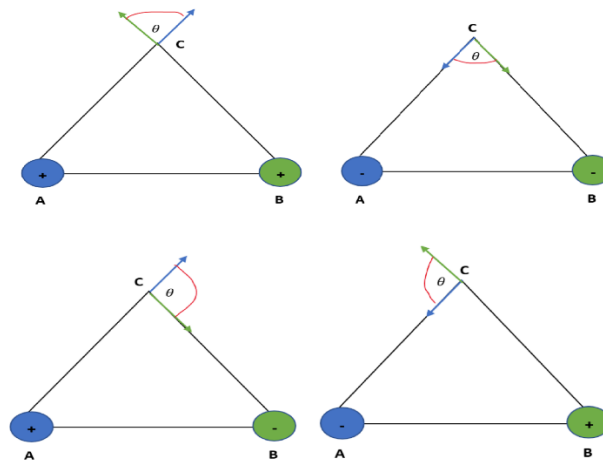
Posisi dua muatan titik ketika diletakkan segaris ditunjukkan pada gambar 1. Panah berwarna biru menunjukkan arah medan listrik akibat q_1 dan panah berwarna hijau menunjukkan arah medan listrik akibat q_2 . Analisis rumus medan listrik dilakukan untuk setiap titik yang akan dihitung besar medan listriknya (titik A, B, dan C).



Gambar 1. Posisi Dua Muatan Titik Ketika Diletakkan Segaris
Sumber: Peneliti

Posisi dua muatan titik ketika diletakkan pada sudut-sudut segitiga ditunjukkan pada gambar 2. Panah berwarna biru menunjukkan arah medan listrik akibat q_A dan panah berwarna hijau menunjukkan arah medan listrik akibat q_B . Analisis rumus medan listrik dilakukan untuk titik C. Analisis rumus melibatkan arah medan listrik yang ditimbulkan oleh dua muatan titik disekitarnya, sehingga besar sudut (θ) tidak selalu sama. Besar sudut ini juga dipengaruhi oleh bentuk segitiga yang akan dianalisis. Rumus medan listrik total dihitung menggunakan persamaan berikut

$$E_C = \sqrt{E_{CA}^2 + E_{CB}^2 + 2E_{CA}E_{CB} \cos \theta} \quad (2)$$



Gambar 2. Posisi Dua Muatan Titik Ketika Diletakkan pada Sudut-sudut Segitiga
Sumber: Peneliti

2. Analisis rumus posisi medan listrik bernilai nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris. Analisis rumus ini dilakukan ketika ada dua muatan sejenis dan dua muatan berbeda jenis. Dua muatan sejenis (positif dan positif) atau (negatif dan negatif), posisi bermedan listrik nol terletak di antara kedua muatan dan lebih dekat dengan muatan yang nilainya lebih kecil. Sementara untuk dua muatan berbeda jenis, posisi bermedan listrik nol terletak di luar kedua muatan dan didekat muatan yang nilainya lebih kecil (Putri dkk, 2020: 375).

Pembuatan GUI

Persamaan matematis yang didapatkan pada tahap analisis rumus ditulis dalam bahasa pemrograman MATLAB yang dikemas dalam bentuk GUI dengan memanfaatkan fasilitas GUIDE. Pada penentuan posisi medan listrik bernilai nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris menggunakan metode analitik yang ditulis dalam bahasa pemrograman MATLAB dan metode numerik secant. Metode secant adalah salah satu metode numerik yang dapat digunakan untuk menafsirkan suatu akar persamaan tanpa harus mencari fungsi turunan seperti yang digunakan pada metode newton-rhapon. Berikut algoritma metode secant:

To find a solution to $f(x) = 0$ given initial approximations p_0 and p_1 :

INPUT initial approximations p_0, p_1 ; tolerance TOL; maximum number of iterations N_0 .

OUTPUT approximate solution p or message of failure.

```

Step 1      Set  $i = 2$ ;
            $q_0 = f(p_0)$ ;
            $q_1 = f(p_1)$ .

Step 2      While  $i \leq N_0$  do Steps 3–6.
Step 3      Set  $p = p_1 - q_1 (p_1 - p_0) / (q_1 - q_0)$ . (Compute  $p_i$ .)
Step 4      If  $|p - p_1| < \text{TOL}$  then
           OUTPUT ( $p$ ); (The procedure was successful.)
           STOP.

Step 5      Set  $i = i + 1$ .
Step 6      Set  $p_0 = p_1$ ; (Update  $p_0, q_0, p_1, q_1$ .)
            $q_0 = q_1$ ;
            $p_1 = p$ ;
            $q_1 = f(p)$ .

Step 7      OUTPUT ('The method failed after  $N_0$  iterations,  $N_0 =$ ',  $N_0$ );
           (The procedure was unsuccessful.)
           STOP.

```

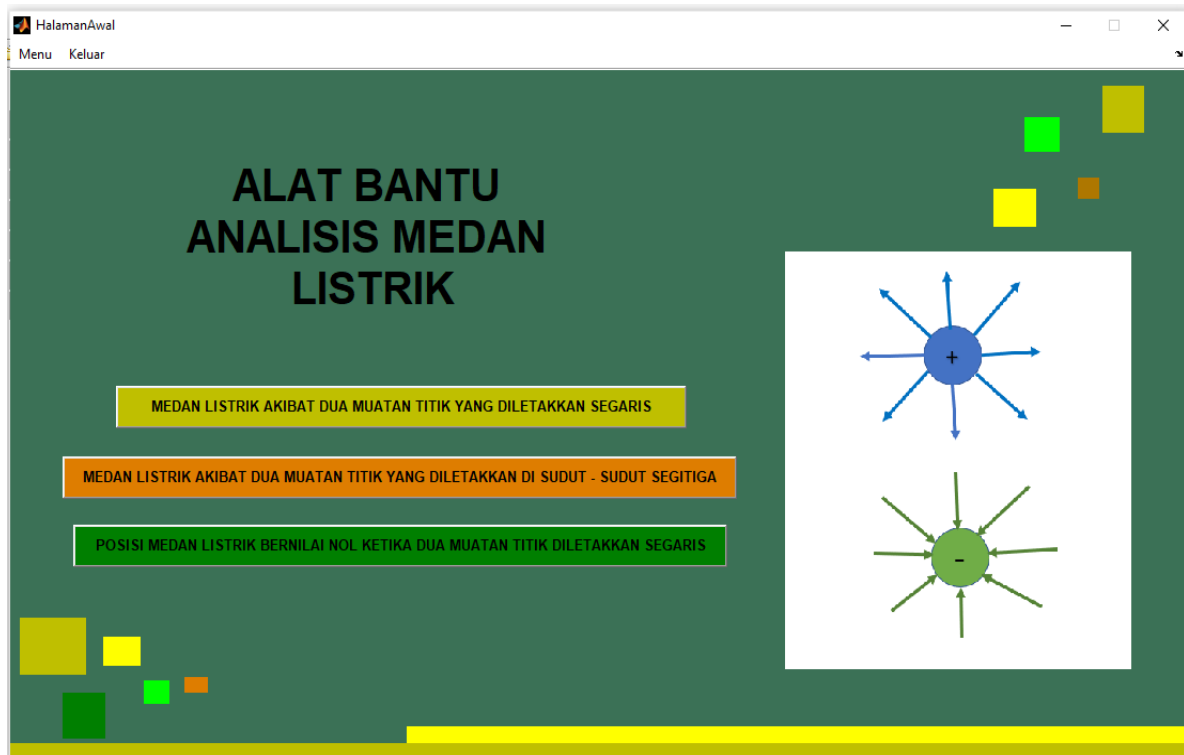
(Burder dan Faires, 2011: 72).

Analisis Sistem Fisis

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah analisis sistem fisis dari hasil perhitungan alat bantu analisis medan listrik dua muatan titik yang telah dibuat.

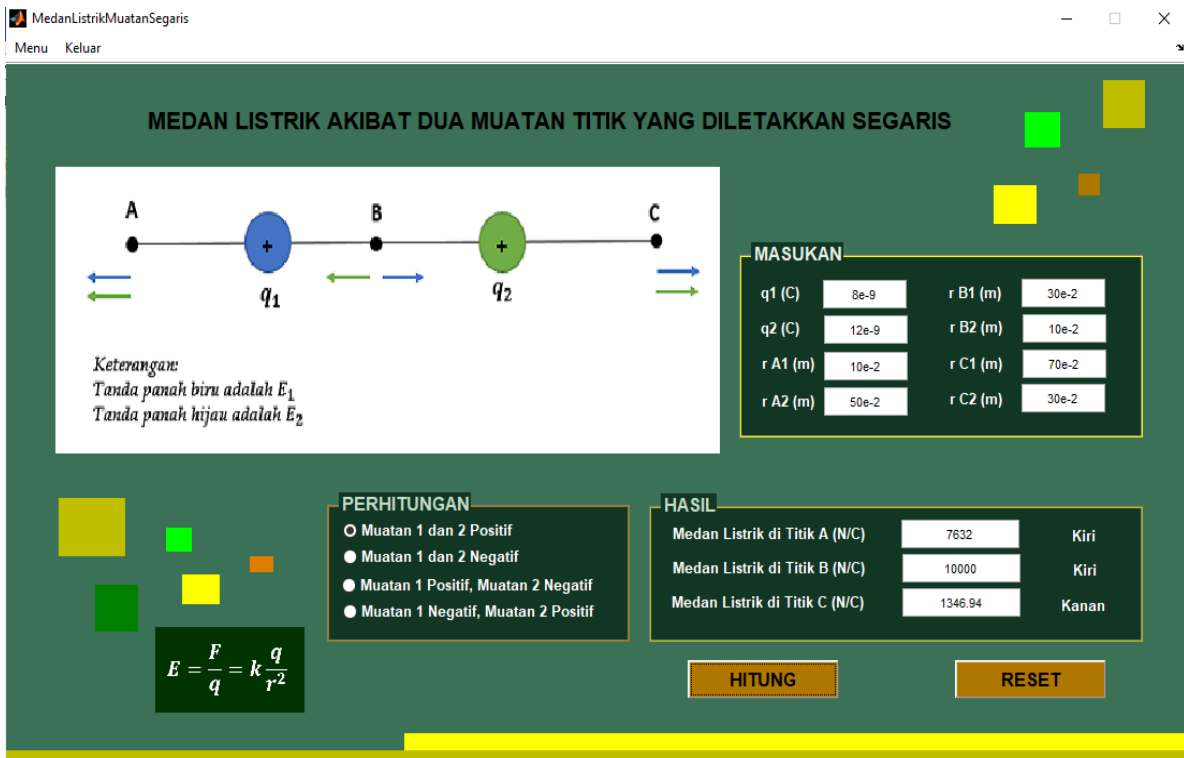
HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat bantu analisis medan listrik dua muatan titik pada penelitian ini berupa GUI yang terdiri dari empat jendela, yaitu satu jendela halaman awal dan tiga jendela untuk analisis medan listrik. Pada setiap jendela terdapat menu editor yang terdiri dari Menu dan Keluar. Menu digunakan untuk memilih jendela yang akan dibuka dan Keluar digunakan untuk menutup tampilan jendela yang sedang dibuka. Jenis analisis yang ditawarkan pada alat bantu ini adalah analisis medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan segaris, analisis medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan pada sudut-sudut segitiga, dan analisis untuk menentukan posisi medan listrik bernilai nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris. Pada jendela halaman awal, pengguna dapat memilih jenis analisis melalui menu editor atau dengan menekan tombol jenis analisis yang akan dilakukan. Tampilan jendela halaman awal dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Jendela Halaman Awal
Sumber: Peneliti

Jendela kedua dari alat bantu ini digunakan untuk analisis medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan segaris. Perhitungan medan listrik pada dua muatan titik yang diletakkan segaris tidak terlepas dari analisis arah medan listrik yang diakibatkan kedua muatan titik tersebut. Pada jendela ini, pengguna dapat melihat visualisasi arah medan listrik di beberapa titik (posisi) seperti pada gambar 1. Untuk proses analisis, pengguna terlebih dahulu harus memasukkan nilai dari variabel yang dibutuhkan dalam analisis. Variabel tersebut berupa besar kedua muatan (q) dan jarak setiap titik (posisi) ke kedua muatan (r). Untuk besar muatan, tanda negatif atau positif tidak dimasukkan karena pemilihan jenis muatan sudah terdapat di pilihan perhitungan yang dikemas dalam *button group*. Langkah selanjutnya, pengguna memilih jenis perhitungan yang akan dilakukan, kemudian menekan tombol HITUNG. *Output* dari alat bantu analisis ini berupa nilai dari medan listrik pada titik A (titik disebelah kiri muatan pertama), titik B (titik diantara kedua muatan), dan titik C (titik disebelah kanan muatan kedua). Setiap nilai medan listrik dilengkapi dengan arah medan listrik tersebut. Untuk melakukan analisis dengan nilai variabel lain, pengguna dapat menekan tombol RESET kemudian melakukan langkah-langkah seperti sebelumnya. Tampilan jendela analisis medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan segaris dapat dilihat pada gambar 4 dan contoh hasil analisis medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan segaris dapat dilihat pada tabel 1. Pada tabel 1 terlihat bahwa hasil perhitungan alat bantu analisis yang dibuat peneliti sama dengan hasil perhitungan secara manual.



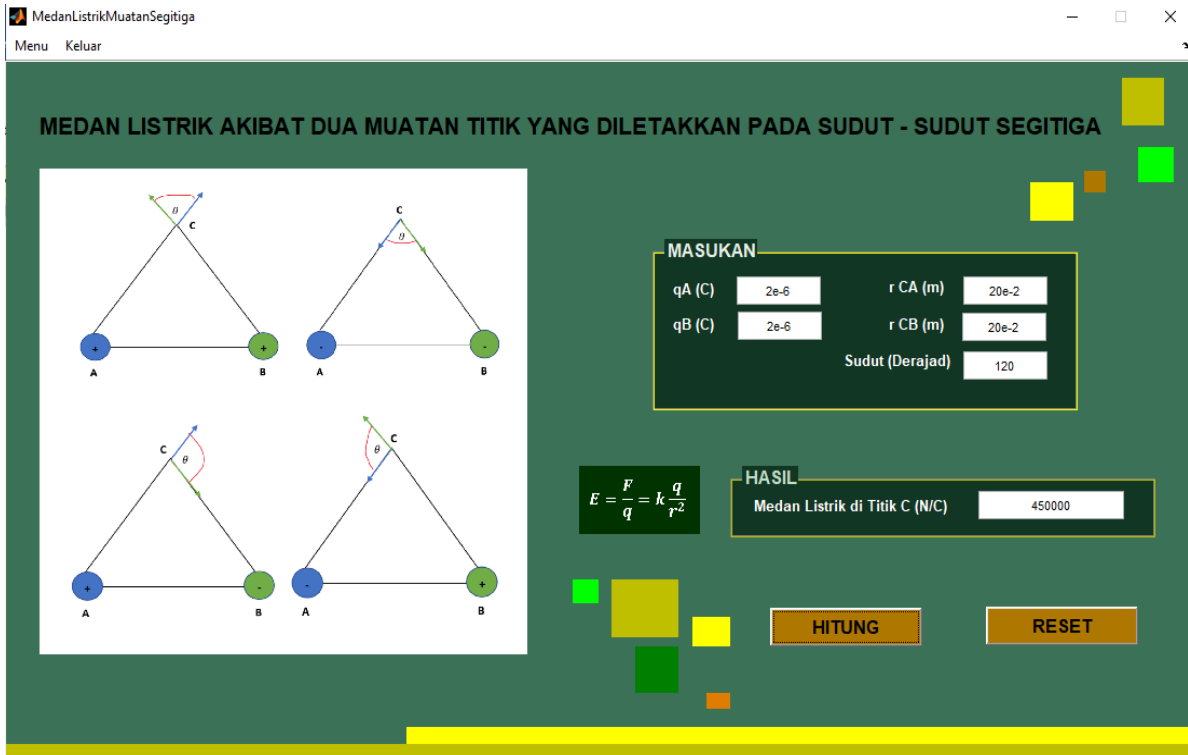
Gambar 4. Tampilan Jendela Analisis Medan Listrik Akibat Dua Muatan Titik yang Diletakkan Segaris
 Sumber: Peneliti

Tabel 1. Hasil Analisis Medan Listrik Akibat Dua Muatan Titik yang Diletakkan Segaris dengan $r_{A1} = 10$ cm, $r_{A2} = 50$ cm, $r_{B1} = 30$ cm, $r_{B2} = 10$ cm, $r_{C1} = 70$ cm, dan $r_{C2} = 30$ cm.

No	q ₁ (nC)	q ₂ (nC)	Hasil Perhitungan Alat Bantu Analisis			Hasil Perhitungan Secara Manual		
			E _A (N/C)	E _B (N/C)	E _C (N/C)	E _A (N/C)	E _B (N/C)	E _C (N/C)
1	8	12	7632	10000	1346,94	7632	10000	1346,94
			Ke kiri	Ke kiri	Ke kanan	Ke kiri	Ke kiri	Ke kanan
2	-8	-12	7632	10000	1346,94	7632	10000	1346,94
			Ke kanan	Ke kanan	Ke kiri	Ke kanan	Ke kanan	Ke kiri
3	8	-12	6768	11600	1053,06	6768	11600	1053,06
			Ke kiri	Ke kanan	Ke kiri	Ke kiri	Ke kanan	Ke kiri
4	-8	12	6768	11600	1053,06	6768	11600	1053,06
			Ke kanan	Ke kiri	Ke kanan	Ke kanan	Ke kiri	Ke kanan

Sumber: Peneliti

Pada analisis medan listrik dua muatan titik yang diletakkan pada sudut-sudut segitiga, selain dibutuhkan kemampuan berhitung yang cukup baik juga dibutuhkan ketepatan dalam menentukan arah medan listrik dan besar sudut diantara perpanjangan kedua garis medan listrik. Jendela ketiga dari alat bantu analisis yang dibuat peneliti menampilkan gambar visualisasi arah medan listrik yang terbentuk untuk beberapa kemungkinan posisi muatan titik dengan tujuan untuk memudahkan pengguna memahami konsep medan listrik. Pengguna dapat memulai analisis dengan memasukkan nilai variabel berupa besar kedua muatan (q), jarak kedua muatan ke titik sudut yang akan dihitung medan listriknya (r), dan besar sudut diantara perpanjangan kedua garis medan listrik (θ). Langkah selanjutnya, pengguna menekan tombol HITUNG. *Output* yang didapatkan berupa nilai medan listrik. Selain tombol HITUNG dalam jendela ketiga juga terdapat tombol RESET yang digunakan untuk mengembalikan nilai variabel ke nilai semula (kosong). Tampilan jendela analisis medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan pada sudut-sudut segitiga dapat dilihat pada gambar 5. Hasil perhitungan menggunakan alat bantu analisis yang dibuat peneliti untuk medan listrik di titik C ketika dua muatan titik diletakkan pada titik-titik segitiga sama sisi dengan panjang sisi 20 cm serta besar muatan 2 μ C dan -2 μ C adalah 450000 N/C, hasil ini sama dengan hasil perhitungan secara manual.



Gambar 5. Tampilan Jendela Analisis Medan Listrik Akibat Dua Muatan Titik yang Diletakkan Pada Sudut - sudut Segitiga
 Sumber: Peneliti

Analisis ketiga yang ditawarkan pada alat bantu ini adalah analisis untuk menentukan posisi medan listrik bernilai nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris menggunakan metode analitik dan metode secant. Pada proses analisis, pengguna diharuskan memasukkan beberapa nilai variabel yaitu besar kedua muatan (q), jarak antara kedua muatan (y), dan dua tebakan posisi medan listrik bernilai nol diukur dari muatan yang mempunyai nilai lebih kecil. Kedua tebakan tersebut digunakan dalam proses perhitungan menggunakan metode secant. Penggunaan metode secant dalam alat bantu ini ditujukan untuk memperkenalkan kepada mahasiswa aplikasi metode numerik dalam memecahkan persoalan fisika, sehingga mahasiswa dapat mengetahui lebih banyak cara penyelesaian dalam persoalan-persoalan fisika baik yang sederhana maupun rumit. Setelah semua nilai variabel yang dibutuhkan dimasukkan, selanjutnya pengguna memilih jenis perhitungan kemudian menekan tombol HITUNG. Setiap jenis perhitungan dilengkapi dengan visualisasi kemungkinan posisi medan listrik bernilai nol. *Output* yang didapatkan adalah posisi medan listrik bernilai nol dari muatan pertama dan kedua. Pada jendela keempat ini juga terdapat tombol RESET yang fungsinya sama dengan tombol RESET pada jendela kedua dan ketiga. Tampilan jendela analisis posisi medan listrik bernilai nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris dapat dilihat pada gambar 6 dan contoh hasil analisis posisi medan listrik bernilai nol ketika dua muatan titik diletakkan segaris dapat dilihat pada tabel 2. Perbedaan hasil perhitungan metode secant dengan metode analitik diakibatkan metode secant merupakan metode numerik, dimana nilai yang diperoleh metode numerik merupakan nilai pendekatan (hampiran). Hasil dari metode secant ini dipengaruhi dari nilai tebakan yang dimasukkan pengguna, jika nilai tebakan tepat dengan hasil perhitungan maka hasil perhitungan menggunakan metode secant akan sama dengan hasil perhitungan menggunakan metode analitik.



Gambar 5. Tampilan Jendela Analisis Posisi Medan Listrik Bernilai Nol Ketika Dua Muatan Titik Diletakkan Segaris
 Sumber: Peneliti

Tabel 2. Hasil Analisis Posisi Medan Listrik Bernilai Nol Ketika Dua Muatan Titik Diletakkan Segaris

No	q ₁ (μC)	q ₂ (μC)	y (m)	Tebakan 1 (m)	Tebakan mm 2 (m)	Hasil Perhitungan Alat Bantu Analisis				Hasil Perhitungan Metode Analitik Secara Manual	
						Metode Secant		Metode Analitik		Jarak dari q ₁ (m)	Jarak dari q ₂ (m)
						Jarak dari q ₁ (m)	Jarak dari q ₂ (m)	Jarak dari q ₁ (m)	Jarak dari q ₂ (m)		
1	20	45	0,15	0,05	0,055	0,0601449	0,0898551	0,06	0,09	0,06	0,09
2	-20	-45	0,15	0,05	0,055	0,0898551	0,0601449	0,09	0,06	0,09	0,06
3	20	-45	0,15	0,25	0,30	0,3	0,45	0,3	0,45	0,3	0,45
4	45	-20	0,15	0,25	0,30	0,45	0,3	0,45	0,3	0,45	0,3

Sumber: Peneliti

Alat bantu analisis medan listrik dua muatan titik yang dibuat peneliti dapat digunakan dosen sebagai media alternatif dalam menjelaskan materi medan listrik dengan sistem daring agar pembelajaran tidak terkesan monoton. Dengan alat bantu ini dosen dapat memvisualisasikan arah medan listrik akibat dua muatan titik yang diletakkan segaris maupun diletakkan pada sudut-sudut segitiga dan posisi medan listrik bernilai nol untuk dua muatan titik yang diletakkan segaris. Selain itu alat bantu analisis dapat digunakan sebagai salah satu alat pendukung belajar mandiri untuk mahasiswa. Pembelajaran dengan sistem daring menuntut mahasiswa lebih banyak berlatih mengerjakan soal secara mandiri sehingga mahasiswa perlu alat bantu yang dapat mengoreksi jawaban mereka agar tidak terjadi kesalahan konsep dalam materi medan listrik.

PENUTUP

Hasil perhitungan alat bantu analisis medan listrik dua muatan titik dalam bentuk GUI yang dibuat oleh peneliti sama dengan hasil perhitungan secara manual. Analisis menggunakan alat bantu ini dapat dilakukan dengan relatif cepat dan memiliki akurasi perhitungan yang tinggi. Oleh karena itu, alat bantu ini dapat menjadi salah satu inovasi media pembelajaran dalam menganalisis medan listrik dua muatan titik yang dapat mendukung proses belajar secara mandiri.

Pada penelitian ini visualisasi yang ditampilkan berupa gambar arah medan listrik dan posisi medan listrik bernilai nol. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu perlu adanya simulasi medan listrik berupa video sehingga tampilan alat bantu analisis lebih menarik dan mahasiswa lebih mudah memahami konsep medan listrik dua muatan titik.

DAFTAR PUSTAKA

- Burden, R. L., & Faires, J. D. (2011). *Numerical Analysis*. Boston: Brooks/Cole.
- Gunawan, G., Harjono, A., & Sutrio, S. (2017). Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran Konsep Listrik bagi Calon Guru. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(1), 9-14.
- Matsun, M., Ramadhani, D., & Lestari, I. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Listrik Magnet Berbasis Android di Program Studi Pendidikan Fisika IKIP PGRI Pontianak. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 9(1), 99-107.
- Pujiyono, P., Sudjito, D. N., & Sudarmi, M. (2016). Desain Pembelajaran Dengan Menggunakan Media Simulasi PHET (Physics Education and Technology) Pada Materi Medan Listrik. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 5(1), 70-81.
- Putri, D. A., Rahmadhany, D., Saefullah, A., & Rostikawati, D. A. (2020). Pemodelan Medan Listrik Pada Dua Muatan Titik Menggunakan Microsoft Excel Untuk Menentukan Posisi Bermedan Listrik Nol. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika Untirta*, 3 (1), 375-380. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/article/view/9716>
- Susanti, R. J., Noviani, E., & Fran, F. Pemodelan Matematis untuk Persamaan Beda Potensial Listrik. *BIMASTER*, 8(4), 691-698.