

Panduan Penggunaan

V-LAB

Fisika

LISTRIK STATIS KELAS XII

PENYUSUN

UJANG MIFTAHURRAHMAN





Selamat datang di LAB Virtual Listrik Statis!

Panduan ini dirancang untuk membantu siswa dan guru dalam memahami dan memanfaatkan laboratorium virtual interaktif sebagai media pembelajaran konsep-konsep dasar listrik statis. Melalui simulasi yang menarik dan mudah digunakan, siswa dapat mengeksplorasi berbagai fenomena seperti gaya tarik-menarik dan tolak-menolak antara muatan listrik, Hukum Coulomb, distribusi muatan, dan medan listrik — semua dalam lingkungan digital yang aman dan fleksibel.

Laboratorium virtual ini bertujuan untuk:

- Menyediakan pengalaman eksperimen yang interaktif dan visual.
- Membantu siswa memahami konsep abstrak melalui simulasi konkret.
- Mendorong pembelajaran mandiri, eksploratif, dan berbasis inkuiri.
- Mendukung pembelajaran jarak jauh maupun tatap muka.

Dengan menggunakan LAB Virtual Listrik Statis, siswa dapat melakukan eksperimen tanpa batasan alat fisik, kapan saja dan di mana saja. Fitur-fitur seperti pengaturan besar muatan, jarak antar muatan, visualisasi gaya listrik, dan grafik interaktif memungkinkan siswa untuk mengamati hubungan kuantitatif dan kualitatif antar variabel dengan lebih mendalam.

Panduan ini akan membimbing Anda mulai dari cara mengakses LAB, menggunakan fitur-fiturnya, hingga memahami hasil eksperimen yang ditampilkan. Kami percaya bahwa pengalaman belajar melalui laboratorium virtual ini akan meningkatkan pemahaman konsep listrik statis secara lebih menyenangkan, efektif, dan bermakna.

Selamat bereksperimen dan selamat belajar!

Pengembang LAB Virtual

Ujang Miftahurrahman



Daftar Isi

Selamat Datang	2
Daftar Isi.....	3
A. Pengantar	4
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Tujuan Penggunaan Lab Virtual	4
1.3 Sasaran Pengguna	4
2. Pengenalan Lab Virtual	5
2.1 Deskripsi Umum Lab Virtual	5
2.2 Fitur-Fitur Utama	6
2.3 Keunggulan Lab Virtual Dibanding Laboratorium Konvensional	6
2.4 Ilustrasi Antarmuka Lab Virtual	7
3. Petunjuk Penggunaan	9
3.1 Cara Mengakses Lab Virtual	9
3.2 Navigasi Antarmuka	10
3.3 Penjelasan Tombol Dan Menu	11
4. Kegiatan Eksperimen	13
4.1 Eksperimen 1: Interaksi Antar Muatan	13
4.2 Eksperimen 2: Hukum Coulomb	13
4.3 Eksperimen 3: Grafik Gaya Vs Jarak	14
4.4 Eksperimen 4: Medan Listrik Dan Vektor Gaya	14
5. Analisis Dan Interpretasi Data	15
5.1 Membaca Nilai Dari Simulasi	15
5.2 Menyusun Tabel Dan Grafik	15
5.3 Menarik Kesimpulan Dari Percobaan	16
6. Latihan Dan Evaluasi Mandiri	16
6.1 Soal Pemahaman Konsep	16
6.2 Tugas Eksplorasi Mandiri	17
6.3 Refleksi Dan Pertanyaan Terbuka	17
7. Lampiran	18
7.1 Glosarium Istilah	18
7.2 Daftar Simbol Dan Satuan	18
7.3 Sumber Referensi Dan Bacaan Tambahan	18
8. Penutup	19
8.1 Harapan Penggunaan Lab Virtual	19
8.2 Umpan Balik Dan Saran	19



A. Pengantar

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital telah membawa dampak besar dalam dunia pendidikan, termasuk dalam penyajian media pembelajaran yang semakin interaktif dan fleksibel. Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah laboratorium virtual, yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen dan simulasi ilmiah tanpa harus berada di laboratorium fisik.

Dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi listrik statis, pemahaman konsep seringkali menjadi tantangan karena sifatnya yang abstrak dan tidak kasat mata. Konsep gaya tolak-menolak atau tarik-menarik antara muatan listrik, hukum Coulomb, serta medan listrik membutuhkan pemahaman konseptual yang kuat dan visualisasi yang jelas.

Namun, keterbatasan alat, waktu, dan ruang sering kali menjadi kendala dalam melaksanakan eksperimen secara langsung. Oleh karena itu, LAB Virtual Listrik Statis ini dikembangkan sebagai solusi untuk memfasilitasi pembelajaran yang lebih efektif, menarik, dan bermakna. Melalui simulasi digital interaktif, peserta didik dapat mengeksplorasi konsep listrik statis secara mandiri dan mendalam.

1.2 Tujuan Penggunaan LAB Virtual

Adapun tujuan dari penggunaan LAB Virtual Listrik Statis ini antara lain:

- Meningkatkan pemahaman konsep: Membantu siswa memahami fenomena listrik statis melalui pengalaman visual dan interaktif.
- Mendukung pembelajaran berbasis inkuiri: Mendorong siswa untuk bereksperimen, mengamati, mengukur, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil simulasi.
- Mengatasi keterbatasan alat dan bahan: Memberikan alternatif eksperimen tanpa memerlukan perlengkapan laboratorium fisik.
- Mendukung pembelajaran mandiri dan blended learning: Dapat digunakan dalam pembelajaran tatap muka, daring, maupun kombinasi keduanya.
- Menumbuhkan minat dan motivasi belajar: Menyajikan materi fisika dengan cara yang lebih menarik dan menyenangkan.

1.3 Sasaran Pengguna

LAB Virtual Listrik Statis ini dirancang khusus untuk:



- Peserta didik jenjang SMA kelas XII yang sedang mempelajari materi kelistrikan, terutama pokok bahasan listrik statis.
- Guru fisika sebagai media pembelajaran tambahan dalam proses pengajaran di kelas.
- Siswa yang belajar mandiri, baik dalam rangka pemahaman materi, pengayaan, maupun persiapan ujian.
- Pengembang pembelajaran digital yang ingin mengintegrasikan laboratorium virtual dalam platform LMS atau kegiatan literasi digital sekolah.

Dengan panduan ini, diharapkan semua pengguna dapat memahami cara mengakses dan memanfaatkan LAB Virtual Listrik Statis secara optimal demi menunjang pencapaian kompetensi peserta didik dalam pembelajaran fisika.

2. Pengenalan LAB Virtual

2.1 Deskripsi Umum LAB Virtual

LAB Virtual Listrik Statis adalah sebuah aplikasi berbasis HTML5 yang dirancang untuk mensimulasikan berbagai fenomena kelistrikan, khususnya listrik statis, dalam bentuk visual dan interaktif. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengamati interaksi antara muatan listrik, mengatur besar dan posisi muatan, serta melihat bagaimana gaya Coulomb bekerja secara real time.

Melalui LAB ini, peserta didik dapat melakukan eksperimen seperti:

- Menambahkan dan mengatur muatan positif maupun negatif.
- Mengubah jarak antar muatan untuk melihat perubahan gaya interaksi.
- Mengamati arah dan besar gaya listrik dalam bentuk vektor.
- Menampilkan grafik hubungan antara gaya, besar muatan, dan jarak.
- Mendengarkan narasi penjelasan konsep (jika tersedia).

LAB Virtual ini dapat dijalankan di berbagai perangkat seperti laptop, tablet, maupun smartphone tanpa perlu instalasi tambahan. Cukup melalui peramban (browser) modern seperti Chrome, Firefox, atau Edge.



2.2 Fitur-fitur Utama



Berikut adalah fitur-fitur utama yang tersedia dalam LAB Virtual Listrik Statis:

Deskripsi	
Drag-and-Drop Muatan	Pengguna dapat menempatkan muatan listrik pada bidang simulasi dengan cara menarik dan meletakkannya.
Pengaturan Besar Muatan	Nilai muatan dapat disesuaikan, baik positif maupun negatif.
Visualisasi Vektor Gaya	Arah dan besar gaya Coulomb ditampilkan dalam bentuk panah-vektor yang interaktif.
Penggaris Skala	Tersedia penggaris untuk membantu mengukur jarak antar muatan dengan akurat.
Grafik Interaktif	Menampilkan grafik hubungan antara gaya (F) dan jarak (r), serta gaya dengan besar muatan.
Penjelasan Suara (opsional)	Narasi audio membantu menjelaskan konsep saat simulasi berjalan.
Tampilan Responsif	Dapat menyesuaikan tampilan untuk berbagai ukuran layar.

2.3 Keunggulan LAB Virtual dibanding Laboratorium Konvensional

Penggunaan LAB Virtual memberikan sejumlah keunggulan dibandingkan laboratorium konvensional, antara lain:

- ☑ **Aksesibilitas Tinggi:** Dapat digunakan kapan saja dan di mana saja selama tersedia perangkat dan koneksi internet.



- ✓ **Hemat Biaya dan Waktu:** Tidak memerlukan peralatan fisik, bahan habis pakai, atau perawatan alat.
- ✓ **Aman dan Ramah Lingkungan:** Tidak ada risiko cedera atau kerusakan alat; cocok untuk pembelajaran jarak jauh.
- ✓ **Ulang Eksperimen Tanpa Batas:** Siswa dapat mencoba eksperimen berkali-kali tanpa batasan alat atau waktu.
- ✓ **Visualisasi Konsep Abstrak:** Membantu menjembatani pemahaman konsep-konsep abstrak seperti gaya, medan, dan interaksi muatan melalui animasi dan grafik.
- ✓ **Cocok untuk Inkuiri dan Penemuan:** Mendorong siswa melakukan eksplorasi, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan berdasarkan data simulasi.

2.4 Ilustrasi Antarmuka LAB Virtual

Berikut adalah contoh ilustrasi tampilan antarmuka utama dari LAB Virtual Listrik Statis:



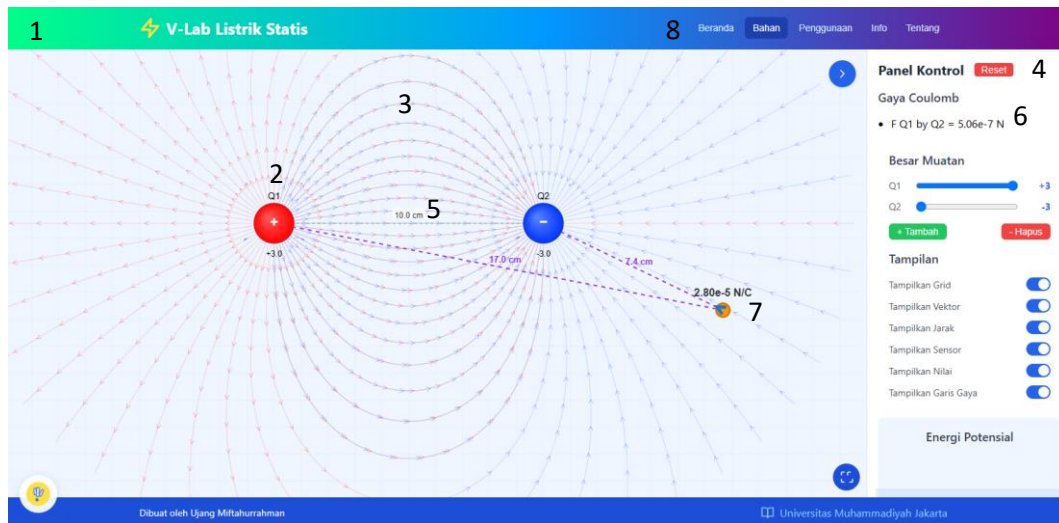
Gambar 1. Tampilan Awal LAB Virtual

Deskripsi: Tampilan Awal menampilkan Tombol Mulai dan tombol Musik

Elemen utama antarmuka meliputi:

1. **Tombol Mulai:** Tombol Mulai Aplikasi Menuju Area Utama Simulasi.
2. **Tombol Play/Mute Musi:** Tombol untuk Menghidupkan dan mematikan Musik
3. **Icon Peta Konsep:** Menampilkan Popup Peta Konsep





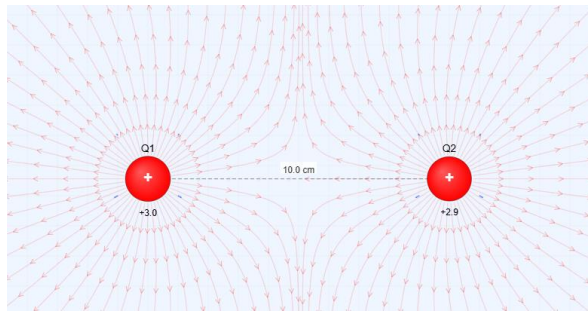
Gambar 1. Antarmuka Utama LAB Virtual

Deskripsi: Tampilan utama menampilkan bidang simulasi, dua buah muatan listrik (positif dan negatif), vektor gaya, serta panel pengaturan nilai muatan dan jarak.

Elemen utama antarmuka meliputi:

1. **Bidang Simulasi:** Area tempat meletakkan muatan dan mengamati interaksinya.
2. **Muatan Q1 dan Q2:** Dapat digeser secara bebas dan diatur besar muatannya.
3. **Vektor Gaya:** Menunjukkan arah dan besar gaya Coulomb antara muatan.
4. **Panel Kontrol:** Untuk mengatur besar muatan, menampilkan/menyembunyikan gaya, dan memilih grafik.
5. **Penggaris:** Membantu mengukur jarak antar muatan.
6. **Informasi:** Menampilkan nilai gaya (F).
7. **Sensor Medan Listrik:** Dapat digeser secara bebas menampilkan nilai besar medan magnet
8. **Menu Utama:** Menampilkan Bahan Ajar, Cara Penggunaan, Info Aplikasi dan tentang.

2.5 Tangkapan Layar Simulasi



Gambar 3. Contoh Simulasi Gaya Coulomb

Deskripsi: Dua muatan diletakkan dengan jarak tertentu, dan panah gaya muncul dari masing-masing muatan sesuai arah interaksi (tarik atau tolak). Besar gaya berubah saat muatan atau jarak disesuaikan.



- $F_{Q1 \text{ by } Q2} = 4.89 \times 10^{-7} \text{ N}$
- $F_{Q1 \text{ by } Q3} = 3.63 \times 10^{-7} \text{ N}$
- $F_{Q1 \text{ by } Q4} = 1.13 \times 10^{-7} \text{ N}$
- $F_{Q2 \text{ by } Q3} = 5.99 \times 10^{-7} \text{ N}$
- $F_{Q2 \text{ by } Q4} = 1.07 \times 10^{-6} \text{ N}$
- $F_{Q3 \text{ by } Q4} = 1.72 \times 10^{-7} \text{ N}$

Gambar 4. Nilai Gaya vs Jarak (F vs r)

Deskripsi: Grafik dinamis yang menampilkan hubungan kuantitatif antara gaya dan jarak. Grafik ini langsung berubah mengikuti perubahan posisi muatan.

3. Petunjuk Penggunaan

3.1 Cara Mengakses LAB Virtual

1. **Buka browser modern** seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, atau Microsoft Edge.
2. **Akses file** <https://labvirtual.my.id/>
3. Setelah halaman terbuka, Anda akan melihat **layar sambutan berjudul "V-Lab Fisika"**.



4. Klik tombol "**Mulai**" untuk masuk ke laboratorium virtual.

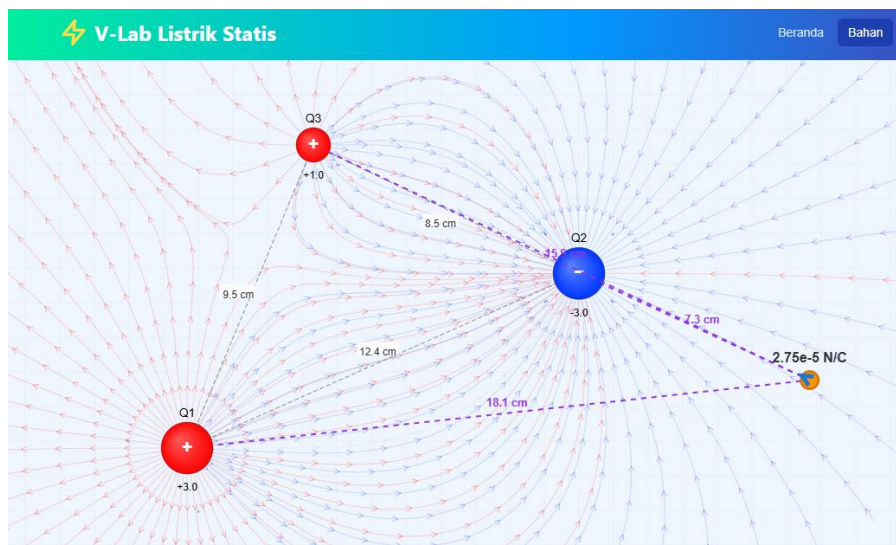
3.2 Navigasi Antarmuka

Setelah masuk ke LAB Virtual, Anda akan melihat tampilan utama yang terdiri dari beberapa bagian:

- **Header (atas):** Menampilkan nama aplikasi dan menu navigasi seperti *Beranda*, *Bahan*, *Penggunaan*, *Info*, dan *Tentang*.

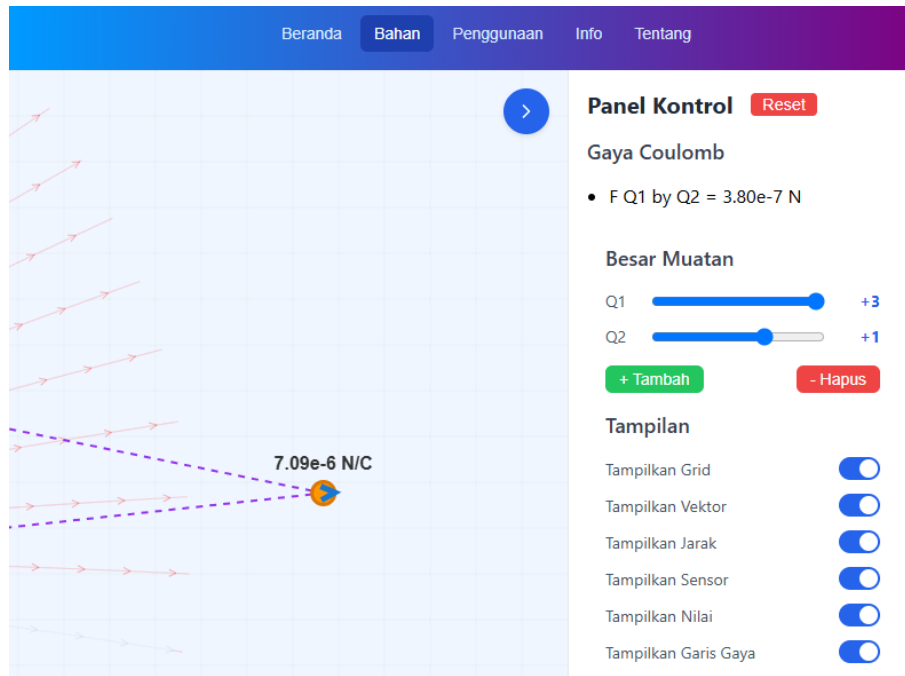


- **Area Simulasi (tengah kiri):** Tempat muatan diletakkan dan interaksi gaya divisualisasikan.

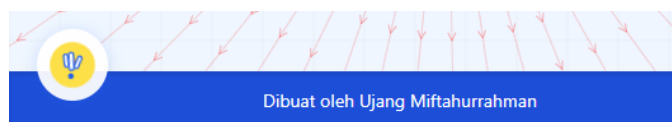




- **Panel Kontrol (kanan):** Sidebar untuk mengatur besar muatan, menambah/menghapus muatan, serta menyalakan atau mematikan tampilan seperti vektor, grid, dan garis gaya.



- **Footer (bawah):** Menampilkan nama pengembang dan afiliasi universitas.



3.3 Penjelasan Tombol dan Menu

Tombol/Menu	Fungsi
+ Tambah	Menambahkan muatan baru ke area simulasi.
– Hapus	Menghapus muatan terakhir dari simulasi.
Slider Muatan	Mengatur besar muatan dalam satuan Coulomb (positif atau negatif).
Tampilkan Grid	Menampilkan atau menyembunyikan latar grid sebagai panduan posisi.
Tampilkan Vektor	Menampilkan atau menyembunyikan panah gaya antar muatan.
Tampilkan Jarak	Menampilkan jarak antar muatan dalam satuan meter.
Tampilkan Sensor	Mengaktifkan titik sensor untuk membaca besar gaya di lokasi tertentu.

V-LAB FISIKA

Kelas : XII SMA

Materi Listrik Statis



Tampilkan Nilai	Menampilkan nilai besar gaya (F) dan muatan (q) secara numerik.
Tampilkan Garis Gaya	Menampilkan garis-garis medan listrik secara visual.
Reset	Mengembalikan semua pengaturan ke kondisi awal.
Fullscreen	Mengaktifkan tampilan layar penuh.
Beranda	Kembali ke halaman sambutan awal.
Bahan	Menampilkan menu materi ajar, RPP, dan uji pemahaman.
Penggunaan	Menampilkan petunjuk interaktif singkat tentang penggunaan LAB.
Info	Menampilkan informasi teknis LAB Virtual.
Tentang	Menampilkan informasi pengembang dan latar belakang pembuatan aplikasi.



4. Kegiatan Eksperimen

LAB Virtual ini menyediakan beragam eksperimen interaktif untuk mengeksplorasi konsep-konsep dasar listrik statis secara visual dan aplikatif. Berikut adalah daftar eksperimen utama yang dapat dilakukan:

4.1 Eksperimen 1: Interaksi Antar Muatan

Tujuan:

Mengamati bagaimana muatan listrik sejenis saling tolak-menolak dan muatan tak sejenis saling tarik-menarik.

Langkah-langkah:

1. Klik tombol “+ **Tambah**” untuk menambahkan dua muatan (positif dan negatif).
2. Geser muatan di bidang simulasi untuk mendekatkan atau menjauhkannya.
3. Aktifkan “**Tampilkan Vektor**” untuk melihat arah dan besar gaya yang bekerja antar muatan.
4. Aktifkan “**Tampilkan Nilai**” untuk menampilkan besar gaya dan nilai muatan.

Pengamatan:

- Muatan positif dan negatif saling tarik-menarik.
- Muatan sejenis saling tolak-menolak.
- Arah panah vektor mengikuti arah gaya listrik.

4.2 Eksperimen 2: Hukum Coulomb

Tujuan:

Memverifikasi hubungan antara gaya listrik dengan besar muatan dan jarak berdasarkan **Hukum Coulomb**.

Langkah-langkah:

1. Tambahkan dua muatan dengan tanda dan besar yang bisa diatur.
2. Gunakan slider di panel kontrol untuk mengubah nilai muatan.
3. Geser salah satu muatan untuk mengubah jarak antar muatan.
4. Catat nilai gaya listrik (F), besar muatan (q_1 , q_2), dan jarak (r).

Analisis:

- Amati bahwa gaya listrik sebanding dengan perkalian muatan: $F \propto q_1 \times q_2$.



- Gaya listrik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak: $F \propto 1/r^2$.

Tips: Gunakan fitur **Reset** untuk mengulangi eksperimen dengan kondisi awal.

4.3 Eksperimen 3: Grafik Gaya vs Jarak

Tujuan:

Melihat hubungan kuantitatif antara gaya listrik dengan jarak dalam bentuk grafik.

Langkah-langkah:

1. Aktifkan dua muatan dan atur besar muatannya.
2. Aktifkan **grafik energi potensial/gaya** yang tampil di panel kanan bawah.
3. Geser salah satu muatan menjauh atau mendekat.
4. Amati perubahan bentuk grafik.

Hasil:

- Grafik menunjukkan bahwa semakin jauh jaraknya, gaya listrik semakin kecil.
- Bentuk grafik mendekati fungsi $1/r^2$.

4.4 Eksperimen 4: Medan Listrik dan Vektor Gaya

Tujuan:

Mengamati arah dan bentuk medan listrik yang dihasilkan oleh satu atau lebih muatan.

Langkah-langkah:

1. Tambahkan satu atau lebih muatan listrik.
2. Aktifkan “**Tampilkan Garis Gaya**” untuk melihat arah medan listrik.
3. Aktifkan “**Tampilkan Sensor**” untuk mengamati besarnya gaya listrik di titik tertentu.
4. Geser sensor atau muatan untuk melihat perubahan arah dan intensitas medan.

Pemahaman:

- Garis gaya keluar dari muatan positif dan masuk ke muatan negatif.
- Kepadatan garis menunjukkan kuatnya medan.



5. Analisis dan Interpretasi Data

Setelah melakukan simulasi pada LAB Virtual, peserta didik perlu melakukan analisis terhadap data yang ditampilkan. Tujuan dari analisis ini adalah agar siswa dapat mengambil makna dari hasil eksperimen, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

5.1 Membaca Nilai dari Simulasi

LAB Virtual secara otomatis menampilkan informasi penting saat simulasi berjalan, seperti:

- **Gaya Coulomb (F):** Dihitung dan ditampilkan secara real-time berdasarkan Hukum Coulomb.
- **Besar Muatan (q_1 dan q_2):** Diatur melalui slider pada panel kontrol.
- **Jarak Antar Muatan (r):** Ditampilkan saat fitur "**Tampilkan Jarak**" diaktifkan.
- **Vektor Gaya:** Diwakili oleh panah, menunjukkan arah dan besar gaya antar muatan.
- **Energi Potensial:** Tertulis di bagian bawah panel kontrol dengan satuan Joule (J).

💡 Pastikan fitur "**Tampilkan Nilai**", "**Tampilkan Jarak**", dan "**Tampilkan Vektor**" dalam keadaan aktif untuk mempermudah pengamatan.

5.2 Menyusun Tabel dan Grafik

Setelah data diperoleh, siswa dapat mencatatnya dalam tabel seperti berikut:

Contoh Tabel Data Eksperimen Hukum Coulomb:

Percobaan	q_1 (C)	q_2 (C)	r (m)	F (N)
1	3.0	-3.0	0.20	2.02
2	3.0	-3.0	0.40	0.51
3	3.0	-3.0	0.60	0.22

Grafik:

- Buat grafik dengan sumbu X sebagai **jarak (r)** dan sumbu Y sebagai **gaya (F)**.
- Amati pola: grafik akan menunjukkan **hubungan kuadrat terbalik ($1/r^2$)**, khas Hukum Coulomb.
- LAB Virtual juga menyediakan grafik otomatis untuk energi potensial, yang dapat digunakan sebagai pembanding visual.



5.3 Menarik Kesimpulan dari Percobaan

Setelah menganalisis data, siswa dapat menarik beberapa kesimpulan, seperti:

- Gaya listrik meningkat seiring dengan meningkatnya besar muatan.
- Gaya listrik menurun secara drastis saat jarak antar muatan diperbesar.
- Muatan sejenis menghasilkan gaya tolak-menolak, sedangkan muatan tidak sejenis menghasilkan gaya tarik-menarik.
- Garis gaya medan listrik menggambarkan arah dan kekuatan medan di sekitar muatan.

 Siswa dapat diminta untuk membandingkan hasil simulasi dengan prediksi teori atau menghitung sendiri gaya berdasarkan rumus untuk memastikan kesesuaian.

6. Latihan dan Evaluasi Mandiri

Setelah melakukan eksperimen dan analisis data, peserta didik perlu menguji sejauh mana mereka memahami konsep-konsep listrik statis. Aplikasi LAB Virtual ini menyediakan **soal interaktif**, **tugas eksplorasi**, dan **refleksi terbuka** untuk mendukung pembelajaran berbasis inkuiri dan HOTS (*High Order Thinking Skills*).

6.1 Soal Pemahaman Konsep

Akses: Klik menu "**Bahan**" → "**Uji Pemahaman**" untuk membuka kuis.

Jenis soal yang tersedia dalam aplikasi:

- Pilihan Ganda (PG)
- Benar/Salah
- Isian Singkat
- Pilihan Jamak (Checkbox)
- Menjodohkan Pasangan Konsep

Contoh Soal:

1. (PG) Jika dua muatan sejenis didekatkan, maka gaya yang terjadi adalah ...
 - a. tarik-menarik



- b. tolak-menolak ☒
 - c. tidak ada gaya
 - d. gaya menjadi nol
2. (Isian) Hukum yang menjelaskan hubungan gaya, muatan, dan jarak disebut hukum ...
Jawaban: Coulomb
3. (Benar/Salah) Muatan listrik hanya terdapat pada benda hidup.
Jawaban: ✗ Salah

Nilai hasil kuis ditampilkan otomatis dan disertai umpan balik.

6.2 Tugas Eksplorasi Mandiri

Peserta didik diminta melakukan eksplorasi bebas menggunakan fitur LAB untuk menjawab pertanyaan terbuka atau menyusun laporan. Contoh tugas eksplorasi:

- **Eksplorasi A:** Ubah-ubah besar muatan dan jarak, lalu buat grafik hubungan F vs r . Bandingkan dengan teori Hukum Coulomb.
- **Eksplorasi B:** Tambahkan tiga muatan sekaligus. Amati bagaimana medan dan gaya total bekerja terhadap salah satu muatan.
- **Eksplorasi C:** Ubah muatan dari positif ke negatif. Apa yang berubah pada arah gaya dan garis medan?

Tugas ini dapat dijawab dalam bentuk narasi, gambar tangkapan layar, atau tabel data.

6.3 Refleksi dan Pertanyaan Terbuka

Untuk memperkuat pemahaman dan membangun sikap ilmiah, siswa dapat diarahkan untuk menjawab pertanyaan reflektif berikut:

- Apa konsep yang paling kamu pahami dari kegiatan ini?
- Apa bagian tersulit dalam memahami gaya listrik?
- Bagaimana kamu dapat menjelaskan gaya Coulomb kepada temanmu dengan bahasa sederhana?
- Apa keunggulan dan keterbatasan dari simulasi virtual dibanding eksperimen nyata?

Refleksi ini dapat dilakukan secara lisan (diskusi kelas) atau tertulis (di buku catatan atau Google Form).



7. Lampiran

7.1 Glosarium Istilah

Istilah	Definisi
Muatan Listrik	Properti fisik partikel yang menyebabkan interaksi elektromagnetik; dapat bermuatan positif atau negatif.
Gaya Coulomb	Gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua muatan listrik yang berjarak tertentu.
Jarak (r)	Jarak antara dua muatan listrik, biasanya diukur dalam meter (m).
Hukum Coulomb	Hukum yang menyatakan bahwa besar gaya listrik antara dua muatan berbanding lurus dengan hasil kali muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak.
Konstanta Coulomb (k)	Nilai tetap dalam hukum Coulomb yang besarnya sekitar $8,99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.
Vektor Gaya	Besaran gaya yang memiliki besar dan arah.

7.2 Daftar Simbol dan Satuan

Simbol	Nama	Satuan	Keterangan
q_1, q_2	Muatan listrik	Coulomb (C)	Besar muatan masing-masing partikel
r	Jarak	Meter (m)	Jarak antara dua muatan
F	Gaya Coulomb	Newton (N)	Gaya tarik atau tolak antara muatan
k	Konstanta Coulomb	$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$	Konstanta dalam hukum Coulomb

7.3 Sumber Referensi dan Bacaan Tambahan

- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of Physics*. Wiley.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2008). *Physics for Scientists and Engineers*. W. H. Freeman.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Cengage Learning.
- Modul Pembelajaran Listrik Statis, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI.



8. Penutup

8.1 Harapan Penggunaan LAB Virtual

Diharapkan dengan hadirnya aplikasi LAB Virtual listrik statis versi 5.0.1 ini, proses pembelajaran konsep-konsep listrik statis menjadi lebih mudah dipahami dan menarik bagi siswa. Simulasi interaktif yang disediakan dapat membantu siswa melihat secara langsung pengaruh jarak dan besar muatan terhadap gaya Coulomb, sehingga meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan visualisasi. Selain itu, LAB Virtual ini juga diharapkan dapat menjadi sarana belajar mandiri yang efektif di luar kelas dan memfasilitasi pembelajaran jarak jauh.

8.2 Umpan Balik dan Saran

Kami sangat menghargai setiap bentuk umpan balik dan saran dari para pengguna LAB Virtual ini, baik dari guru, siswa, maupun pihak lain yang berkepentingan. Kritik dan masukan yang konstruktif akan sangat membantu dalam pengembangan versi selanjutnya agar fitur-fitur yang ada semakin lengkap, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran modern. Silakan mengirimkan saran dan pertanyaan melalui kontak yang tersedia atau forum diskusi aplikasi.