

## C5 Eksplanasi - Pemilihan ide solusi pemantauan kualitas udara

**Tugas:** Berdasarkan pemahamanmu tentang sensor CO<sub>2</sub> dan kondisi lingkungan berbeda, pilih satu ide solusi pemantauan kualitas udara yang menurutmu paling cocok diterapkan di sekolah atau kota tempat tinggalmu.

### Instruksi:

- Pilih satu ide solusi dari contoh berikut atau buat idemu sendiri:
  - Menggunakan alat pemantauan CO<sub>2</sub> berbasis IoT dan panel surya.
  - Mengembangkan Liquid Tree di area sekolah/kota.
  - Memadukan sensor CO<sub>2</sub> dengan tampilan data real-time melalui aplikasi Blynk.
- Jelaskan secara logis mengapa kamu memilih ide tersebut. Pertimbangkan faktor lingkungan, kebutuhan masyarakat, biaya, dan kemudahan penerapan.
- Tambahkan ilustrasi sederhana atau deskripsi singkat bagaimana ide tersebut akan digunakan di lokasi nyata (misalnya sekolah, taman kota, atau trotoar jalan).

Tabel 3. Pemilihan dan Penjelasan Ide Solusi Pemantauan CO<sub>2</sub>

| Ide Solusi yang Dipilih | Alasan Pemilihan (Logis dan Kontekstual) | Deskripsi Penggunaan di Lokasi Nyata (Sekolah/Kota) |
|-------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                         |                                          |                                                     |

## Kegiatan Pembelajaran 3

### (C4 Analisis - Pembuatan Sketsa Rancangan IoT CO<sub>2</sub>)

**Tugas:** Rancang sistem alat pemantauan CO<sub>2</sub> berbasis IoT bertenaga surya menggunakan Fritzing. Gunakan Fritzing untuk membuat desain rangkaian alat secara digital. Kolaborasikan dengan tim untuk menyempurnakan desain. Dokumentasikan proses dan simpan hasil desain.

### Instruksi (1) - Persiapan Awal Penggunaan Fritzing:

- Siapkan laptop atau PC (bukan handphone), karena Fritzing tidak optimal di smartphone.
- Pastikan perangkat terkoneksi Wi-Fi atau data internet.
- Klik atau scan barcode di bawah ini untuk mengunduh Fritzing gratis (versi yang bisa digunakan tanpa biaya).
- Jika ingin tahu lebih lanjut tentang fitur dan cara kerja Fritzing, kunjungi laman resminya.
- Setelah file diunduh, ekstrak dan instal aplikasi Fritzing di laptop/PC.
- Jalankan aplikasi dan pastikan tampilannya muncul seperti contoh di bawah (berarti Fritzing berhasil diinstal).

# KEGIATAN PEMBELAJARAN

Perancangan Solusi Terpilih (*Design a Solution*)

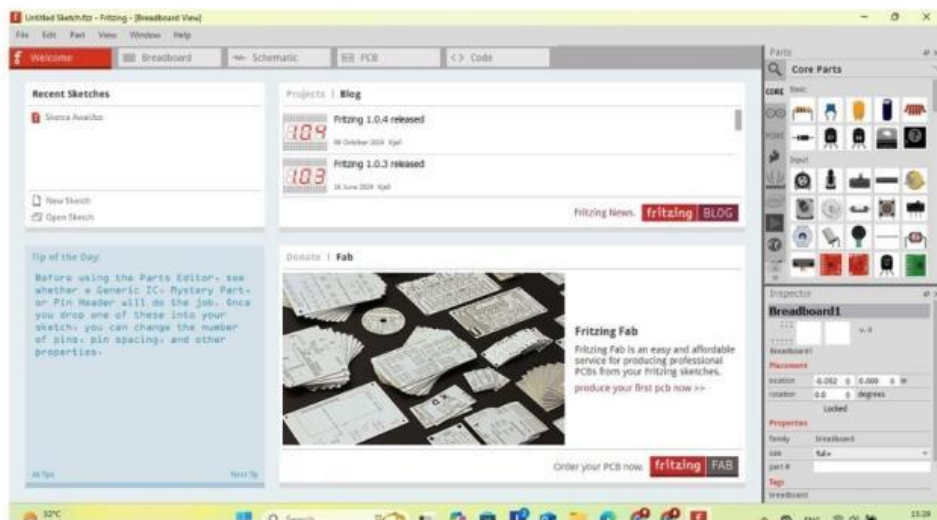
Analisis (C4) dan Eksplanasi (C5)

STEMCraft

Engineering, Mathematics, and Technology

20  
Menit

## Tampilan Fritzing yang Berhasil di Install pada Laptop/PC



## Install Fritzing untuk Laptop/PC

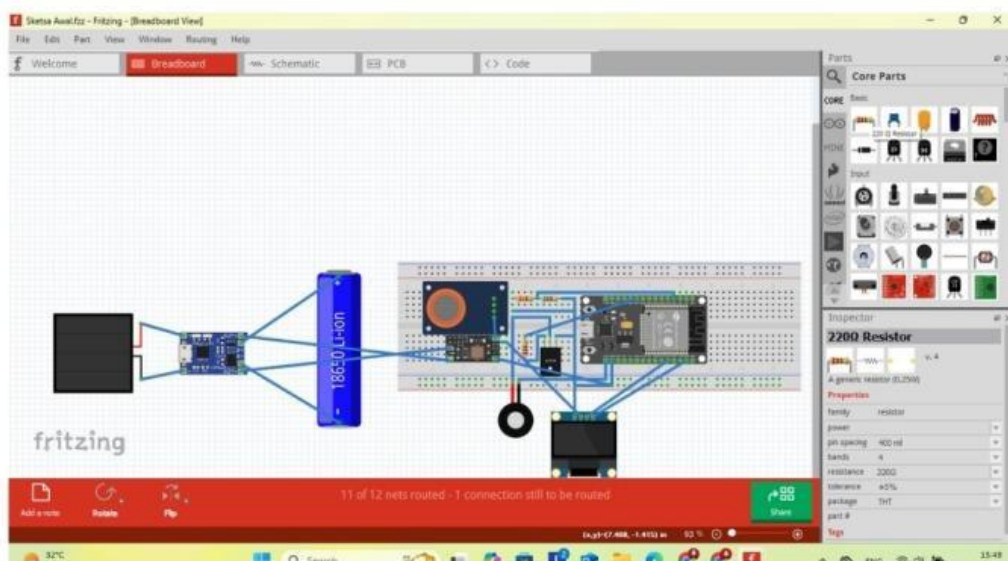


## (C4 Analisis - Pembuatan Sketsa Rancangan IoT CO<sub>2</sub>)

### Instruksi (2) - Instruksi Penggunaan Fritzing dan Import Komponen:

1. Buka Fritzing, lalu klik menu “Breadboard” di kiri atas.
2. Di kanan atas, bagian “Core Parts” berisi komponen dasar bawaan Fritzing. Namun, sebagian belum sesuai dengan komponen praktik kita secara spesifik.
3. Scan atau klik barcode tambahan di bawah ini untuk mengunduh paket komponen lengkap yang akan digunakan dalam proyek.
4. Setelah selesai, klik ikon tiga garis horizontal di pojok kanan atas bagian “Core Parts”, lalu pilih “Import”.
5. Import satu per satu komponen yang sudah kamu unduh agar muncul di bagian komponen.
6. Letakkan komponen ke area breadboard dengan klik dan drag.
7. Sambungkan antar komponen dengan mengklik pin, lalu tarik ke pin lainnya.
8. Jika koneksi antarkomponen dalam Fritzing berwarna hijau, artinya sudah tersambung dengan benar. Jika masih merah, cek kembali posisi dan pin koneksinya. Pastikan semua sambungan selesai sebelum praktik langsung.
9. Simpan hasil desain final dengan klik “File” kemudian rename dan klik “Save/Save As”.

## Tampilan Komponen Fritzing yang Berhasil Terkoneksi di Laptop/PC



## Download Spesifikasi Komponen

## Fritzing untuk Laptop/PC





## (C4 Analisis - Pembuatan Tampilan Pemantauan CO<sub>2</sub> di Blynk (Laptop dan Smartphone))

### Instruksi:

1. Rancang tampilan website pemantauan CO<sub>2</sub> menggunakan platform Blynk di Laptop dan Smartphone.
2. Atur widget yang dibutuhkan seperti Value Display, Chart, dan Notifikasi sesuai dengan arahan dan petunjuk pembuatan pada video disamping dengan meng-scan/klik barcode disamping. Saya juga telah menyediakan PPT langkah-langkah penyusunan dalam barcode tersebut jika anda kesulitan memahami dalam bentuk video.
3. Tentukan parameter sensor CO<sub>2</sub> yang akan ditampilkan dan koneksi ESP32 yang disiapkan. Jangan lupa save dan salin atau persiapkan link yang berisi coding untuk digunakan dalam koneksi dengan alat sensor CO<sub>2</sub> bertenaga surya dan Arduino IDE.
4. Dokumentasikan tampilan desain akhir dashboard Blynk dalam bentuk tangkapan layar.



## (C5 Eksplanasi - Prinsip Energi Terbarukan dalam Desain Rancangan Alat)

### Instruksi:

Beri tanda ☒ atau ☐ pada kolom kedua sesuai pemahamanmu tentang komponen tersebut. Lalu jelaskan mengapa komponen atau sistem itu mendukung atau belum mendukung prinsip energi terbarukan. Gunakan alasan berdasarkan efisiensi energi, sumber daya yang digunakan, atau dampaknya terhadap lingkungan.

**Tabel 4.** Penilaian Prinsip Energi Terbarukan dalam Rancangan Sistem Pemantauan CO<sub>2</sub>

| Rangkaian Komponen Utama                                                                                                                                                        | Apakah Mendukung Prinsip Energi Terbarukan? <input checked="" type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> | Jelaskan Alasan secara Logis dan Kontekstual |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Rangkaian Energi</b><br>(Panel Surya, TP4056, Baterai Li-ion 3.7V (18650), Boost Converter (DC-DC Step Up 5V))                                                               |                                                                                                            |                                              |
| <b>Rangkaian Sensor CO<sub>2</sub></b><br>(Sensor MQ-135, ESP32 Devkit 1, PCB (berlubang), Modul OLED Display 0.96", Modul Buzzer, Resistor, Bd139, Kabel Micro USB dan Jumper) |                                                                                                            |                                              |
| <b>Rangkaian Internet of Things (IoT)</b><br>(Website Blynk di Laptop dan Aplikasi Blynk di Smartphone, serta Arduino IDE untuk Coding dan Fritzing untuk Desain)               |                                                                                                            |                                              |

## Kegiatan Pembelajaran 4

### (C5 Regulasi Diri - Uji Coba Alat dan Refleksi Strategi)

**Tugas:** Setelah merancang sistem pemantauan CO<sub>2</sub> melalui Fritzing dan membuat tampilan monitoring di Blynk, kini saatnya melakukan uji coba. Gunakan alat yang sudah dirakit oleh guru/pengajar. Anda sekelompok akan menghubungkan alat tersebut dengan akun dan tampilan Blynk masing-masing untuk mengetahui apakah sistem bekerja sesuai rancangan.

#### Instruksi:

1. Hubungkan alat pemantauan CO<sub>2</sub> (yang telah dirakit oleh guru) dengan akun dan tampilan Blynk yang telah Anda buat sekelompok sebelumnya.
2. Lakukan pengujian alat:
  - Apakah OLED menampilkan data CO<sub>2</sub>?
  - Apakah tampilan Blynk (gauge, tombol, grafik) dapat menampilkan data secara real-time?
  - Apakah fitur kalibrasi bekerja dengan baik?
3. Catat kendala teknis atau kesalahan yang muncul selama pengujian.
4. Evaluasi efektivitas sistem: Apakah sesuai dengan rancangannya?
5. Lakukan refleksi terhadap peran dan strategi kelompok selama proses ini.
6. Tuliskan hasil analisis pengujian website Blynk dan alat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5.** Evaluasi dan Refleksi Pengujian Alat Pemantauan CO<sub>2</sub>

| Aspek yang Diuji                               | Hasil Pengujian | Kendala yang Ditemui | Solusi / Penyesuaian | Refleksi Peran Diri dalam Tim |
|------------------------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| Tampilan Data dan Koneksi Wifi Pada Layar OLED |                 |                      |                      |                               |
| Koneksi dan Tampilan Blynk (Data Online)       |                 |                      |                      |                               |
| Tombol Kalibrasi                               |                 |                      |                      |                               |

## (C5 Evaluasi - Evaluasi Kinerja Alat dan Kesesuaiannya dengan Rancangan)

 **Tugas:** Bandingkan hasil nyata pengujian alat dengan ekspektasi awal dari desainmu. Beri penilaian efektivitas untuk tiap komponen dan jelaskan alasanmu.

### Instruksi:

1. Bandingkan antara desain awal (Fritzing dan Blynk) dengan hasil nyata saat alat diuji.
2. Nilai apakah fungsi-fungsi utama alat bekerja sesuai ekspektasi.
3. Tentukan bagian mana yang sesuai teori dan bagian mana yang perlu diperbaiki.
4. Simpulkan seberapa efektif alat ini diterapkan di sekolah/kota sebagai solusi pemantauan emisi CO<sub>2</sub>.

**Tabel 6.** Evaluasi Efektivitas dan Kelayakan Alat Pemantauan CO<sub>2</sub>

| Aspek yang Dievaluasi            | Desain Awal (Ekspektasi)                                     | Hasil Nyata (Pengujian) | Apakah Efektif?<br>  | Alasan Penilaian |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Pembacaan Sensor CO <sub>2</sub> | Menampilkan angka ppm secara real-time                       |                         |                                                                                                                                                                                            |                  |
| Tampilan OLED                    | Menampilkan data yang mudah dibaca                           |                         |                                                                                                                                                                                            |                  |
| Tombol Kalibrasi                 | Mengatur ulang sensor dengan satu tombol                     |                         |                                                                                                                                                                                            |                  |
| Tampilan Blynk                   | Memantau data dari HP dan menampilkan grafik CO <sub>2</sub> |                         |                                                                                                                                                                                            |                  |
| Koneksi Internet                 | Data sensor terkirim otomatis ke Blynk                       |                         |                                                                                                                                                                                            |                  |



# KEGIATAN PEMBELAJARAN

Penyusunan dan Pengujian Solusi (*Build and Test*)

STEMLab

Regulasi Diri (C5) dan Evaluasi (C5)

Engineering, Technology, and Mathematics

10  
Menit

## (C5 Evaluasi)

Menurutmu, apakah alat ini sudah layak digunakan di lingkungan sekolah atau kota untuk memantau emisi CO<sub>2</sub>?  
Jelaskan penilaianmu.

**Jawab:**

Evaluasi dan Bandingkan Hasil (*Evaluate*)

STEMLab

Evaluasi (C5) dan Inferensi (C5)

Science and Mathematics

5  
Menit

## Kegiatan Pembelajaran 5

(C5 Evaluasi dan Inferensi - Evaluasi dan Bandingkan Solusi Proyekmu dengan Referensi Ilmiah yang Ada di Materi)

**Tugas:** Setelah merancang dan menguji alat pemantauan CO<sub>2</sub>, bandingkan hasil proyekmu dengan satu dari tiga solusi berbasis teknologi yang tercantum dalam materi E-LKPD.

**Instruksi:**

1.) Pilih salah satu referensi solusi teknologi berikut:

✱ Liquid Tree – Fotobioreaktor mikroalga untuk menyerap CO<sub>2</sub>

✱ Sensor MQ-135 berbasis IoT – Untuk monitoring udara di kota (Taufiq *et al.*, 2024)

✱ Mikroalga *Chlorella vulgaris* – Teknologi biofilter penyerap CO<sub>2</sub> di perkotaan

2.) Bandingkan proyekmu dengan referensi pilihan berdasarkan:

- Efektivitas pengurangan CO<sub>2</sub>
- Biaya dan kemudahan penerapan di sekolah/kota
- Dampak lingkungan dan keberlanjutan

3.) Nilai kelebihan dan kekurangan masing-masing solusi.

4.) Simpulkan, solusi mana yang paling cocok diterapkan di lingkungan lokalmu. Jelaskan dengan alasan logis.

**Tabel 7.** Perbandingan Solusi Pemantauan atau Penyerapan CO<sub>2</sub>

| Aspek yang Dibandingkan                 | Proyek yang Dibuat Sendiri | Referensi Pilihan dari Materi E-LKPD | Penilaian dan Simpulan |
|-----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Efektivitas Pengurangan CO <sub>2</sub> |                            |                                      |                        |

**Tabel 7.** Perbandingan Solusi Pemantauan atau Penyerapan CO<sub>2</sub>

| Aspek yang Dibandingkan             | Proyek yang Dibuat Sendiri | Referensi Pilihan dari Materi E-LKPD | Penilaian dan Simpulan |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Biaya dan Kemudahan Penerapan       |                            |                                      |                        |
| Dampak Lingkungan dan Keberlanjutan |                            |                                      |                        |

**(C5 Evaluasi dan Inferensi)**

Apa saja kelebihan dan kekurangan proyekmu dibandingkan dengan teknologi referensi pilihanmu?

**Jawab:**

**(C5 Evaluasi dan Inferensi)**

Jika diterapkan di sekolah atau lingkungan tempat tinggalmu, mana solusi yang paling cocok dan kenapa?

**Jawab:**

## Kegiatan Pembelajaran 6

(C5 Regulasi Diri dan C4 Analisis - Menyempurnakan Rancangan Alat Berdasarkan Evaluasi Hasil Uji Coba)

**Tugas:** Setelah mengevaluasi kekuatan dan kelemahan alatmu dibandingkan referensi ilmiah dalam materi, kini saatnya kamu melakukan penyempurnaan desain dengan mempertimbangkan hasil pengujian nyata dan konteks lingkungan lokal.

### Instruksi:

- 1.) Tinjau kembali hasil uji coba alat dan evaluasi efektivitasnya pada tahap sebelumnya.
- 2.) Tentukan bagian dari alat atau sistem monitoring yang perlu diperbaiki.  
Contoh: sensor tidak akurat, tampilan OLED kurang jelas, baterai cepat habis, atau tombol kalibrasi kurang responsif.
- 3.) Berikan alasan logis kenapa bagian itu perlu diperbaiki (berbasis data/refleksi).
- 4.) Kembangkan rancangan penyempurnaan dengan membuat deskripsi teknis sederhana dan strategi implementasi ulang.

**Tabel 8.** Penyempurnaan Sistem Berdasarkan Evaluasi Uji Coba

| Komponen / Aspek yang Diperbaiki                  | Masalah yang Terjadi | Alasan Perlu Diperbaiki | Ide Penyempurnaan / Solusi Baru |
|---------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Sensor belum akurat atau pembacaan tidak stabil   |                      |                         |                                 |
| Komponen belum saling terhubung dengan baik       |                      |                         |                                 |
| Tampilan Blynk kurang jelas dan alat boros energi |                      |                         |                                 |



**(C6 Regulasi Diri dan C4 Analisis )**

Apa strategi baru kelompokmu agar sistem dapat bekerja lebih baik?

**Jawab:**

**(C6 Regulasi Diri dan C4 Analisis )**

Apa saja kendala sebelumnya yang ingin kamu hindari dalam versi penyempurnaan ini?

**Jawab:**

**(C6 Regulasi Diri dan C4 Analisis )**

Bagaimana perubahan ini akan meningkatkan fungsi alat atau tampilan sistem?

**Jawab:**

**Kegiatan Pembelajaran 7**

**(C3 Interpretasi dan C5 Eksplanasi - Penyampaian Hasil Akhir Proyek STEM CO<sub>2</sub>)**

**Tugas:** Setelah melalui tahap pengujian dan penyempurnaan alat, kini saatnya menyampaikan hasil akhir proyekmu secara sistematis dan logis. Presentasikan alat pemantauan CO<sub>2</sub> buatan kelompokmu, data yang diperoleh, serta kesimpulan mengenai efektivitas dan potensi penggunaannya di lingkungan nyata.

**Instruksi:**

- 1.) Buat presentasi digital dalam bentuk PowerPoint, Canva, Google Slides, atau video pendek.
- 2.) Sertakan isi berikut secara runtut:
  - Tujuan dan latar belakang proyek
  - Gambaran umum alat dan komponen
  - Tampilan sistem di Fritzing dan Blynk
  - Hasil pengujian alat (tangkapan layar, data CO<sub>2</sub>, grafik Blynk)
  - Kesimpulan hasil: Apakah alat berhasil? Bagaimana efektivitasnya?
  - Interpretasi data: Apa arti angka CO<sub>2</sub> yang muncul dan apa dampaknya?
  - Rekomendasi: Apakah alat ini layak digunakan di sekolah atau kota?
- 3.) Gunakan bahasa yang jelas dan data yang telah kamu kumpulkan untuk menjelaskan hasil proyek secara logis dan faktual.
- 4.) Unggah hasil presentasi ke link Google Drive kelas, dan siapkan untuk presentasi langsung atau pemutaran video di depan kelas. Gunakan nama file yang sesuai format: Nama Kelompok\_Tahap Presentasi.



## (C5 Evaluasi - Umpan Balik Presentasi antar Kelompok)

**Tugas:** Amati presentasi teman Anda, kemudian isi tabel berikut. Sampaikan umpan balik secara sopan dan berdasarkan data yang ditampilkan. Fokus pada isi, bukan orangnya.

**Instruksi:** Jadilah pendengar aktif dan penyaji kritik yang membangun untuk mendukung penyempurnaan karya rekan Anda.

**Tabel 9.** Umpan Balik Konstruktif Terhadap Presentasi Proyek Teman

| Aspek yang Dinilai                      | Bagian yang Sudah Baik / Menarik | Bagian yang Perlu Diperbaiki | Saran Perbaikan Berdasarkan Data |
|-----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Penjelasan Tujuan dan Alat Proyek       |                                  |                              |                                  |
| Interpretasi Data CO <sub>2</sub>       |                                  |                              |                                  |
| Keterkaitan dengan Masalah Nyata        |                                  |                              |                                  |
| Tampilan Infografis / Visual Presentasi |                                  |                              |                                  |