

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Pencemaran lingkungan menjadi salah satu isu utama di era modern, dapat disebabkan oleh fenomena alam dan aktivitas manusia. Fenomena alam yang dapat menyebabkan pencemaran udara diantaranya seperti kebakaran hutan karena proses alamiah pada musim kemarau, banjir besar, gelombang laut yang tinggi, dan badai yang disebabkan oleh perubahan iklim. Fenomena tersebut sangat sulit diperkirakan dan sulit dihindari. Namun demikian, kontribusi terbesar terhadap pencemaran ditimbulkan oleh aktivitas manusia. Pencemaran tersebut disebabkan oleh kegiatan industri dan rumah tangga yang menghasilkan limbah, penggunaan pestisida berlebih, pembakaran bahan bakar fosil berbasis batu bara, serta eksploitasi hutan yang tidak terkontrol. Aktivitas ini akan menghasilkan polutan yang mencemari tanah, udara, dan air, yang menimbulkan berbagai dampak negatif (Shetty dkk., 2023).

Pencemaran udara telah menjadi tantangan lingkungan terbesar yang signifikan. Menurut *World Health Organization* (WHO), sekitar 99% populasi dunia menghirup udara yang tidak memenuhi standar kualitas udara yang ditetapkan. Tingginya tingkat polutan ini tidak hanya berdampak pada perubahan iklim, tetapi juga berdampak pada kesehatan masyarakat yang mengakibatkan meningkatnya angka kesakitan dan kematian (Manisalidis dkk., 2020). Oleh karena itu, perlu solusi melalui pembelajaran yang mengedukasi mahasiswa mengenai permasalahan tersebut.

Pendidikan adalah salah satu kunci untuk mengatasi permasalahan pencemaran udara, khususnya dalam mata kuliah kimia lingkungan. Materi pencemaran udara sangat efektif untuk mengasah kemampuan literasi lingkungan mahasiswa. Literasi lingkungan merupakan langkah yang penting dalam meningkatkan pengetahuan dan kesadaran lingkungan. Kemampuan ini penting untuk memahami dan memecahkan masalah lingkungan. Literasi lingkungan mencakup kesadaran akan dampak negatif dari aktivitas manusia terhadap lingkungan dan mendorong

individu untuk mengambil tindakan nyata dalam melestarikan lingkungan (Miterianifa dkk., 2024). Pengetahuan mengenai kesadaran lingkungan dapat dianalisis secara efektif melalui proses pembelajaran kimia.

Proses pembelajaran kimia lingkungan harus melibatkan interaksi langsung dengan suatu fenomena yang konkret. Hal ini penting karena materi pencemaran udara cenderung bersifat abstrak khususnya pada konsep polutan yang sulit divisualisasikan, sehingga mahasiswa kesulitan dalam memahami konsep, sumber, dan dampak polusi secara nyata. (Maulidya dkk., 2024). Penggunaan media pembelajaran menjadi sangat penting untuk mencapai keberhasilan belajar (Nunu dkk., 2012). Media pembelajaran merupakan alat bantu dalam proses belajar mengajar karena dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan atau keterampilan mahasiswa sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar (Zaki dkk., 2020). Akan tetapi, kurangnya pengembangan media ajar yang sesuai, terutama pada konsep pencemaran udara, menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam memahami materi konsep-konsep abstrak dan menghambat efektivitas proses belajar mengajar (Nursofa dkk., 2025)

Salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan pengembangan media ajar adalah mengembangkan sistem pembelajaran berbasis teknologi, seperti multimedia dan *internet of things* (IoT). Multimedia memadukan audio, video, gambar, teks, dan animasi untuk mengirimkan informasi. Media ini memiliki interaktivitas, yang memberi pengguna kemampuan untuk memilih dan mengontrol elemen-elemen yang ada (Safira dkk., 2024).

Penggunaan multimedia sangat efektif dalam pembelajaran karena dapat meningkatkan efisiensi, motivasi dan memfasilitasi proses belajar yang aktif dan berpusat pada mahasiswa. Hal ini dapat berpengaruh terhadap penguasaan konsep dan dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar lebih mandiri sehingga meningkatkan prestasi akademik dan sikap ilmiah (Lili, 2018).

Pemanfaatan media pembelajaran berbasis IoT berbantuan multimedia pada materi pencemaran udara memungkinkan mahasiswa mendapatkan materi pembelajaran dengan lebih mudah (Megawati dkk., 2021). Pemanfaatan media pembelajaran berbasis IoT berbantuan multimedia dapat menjadi solusi untuk

pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan literasi lingkungan. Media pembelajaran ini membantu memvisualkan konsep abstrak menjadi konkret dengan cara menyediakan data yang *real-time* mengenai kualitas udara. Ini membuat pembelajaran tidak lagi abstrak, melainkan berdasarkan fenomena yang bisa di amati langsung.

Adapun Sistem IoT dapat memantau kualitas udara berbiaya rendah dengan menggunakan perancangan perangkat keras, dan pengembangan dasbor berbasis *web* (Parmar dkk., 2024). IoT dapat digunakan untuk mengembangkan sistem pendeteksi udara yang bersih secara efisien. penggunaan biaya yang murah, sensor yang sangat banyak pilihannya untuk digunakan untuk mendeteksi berbagai macam gas polusi, data yang didapatkan dianalisis dengan cerdas, data yang didapat berdasarkan *real-time* hingga data dapat ditampilkan di berbagai platform (Novanti dkk., 2021). Maka dari itu, Sistem ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk memantau variabel kualitas udara karena memberikan informasi tentang tingkat gas dan partikel terkini dan mencegah dampak negatif polutan ini terhadap kesehatan manusia.

Dalam perkembangannya, penggunaan media pembelajaran berbasis IoT telah banyak digunakan untuk membantu proses pembelajaran. Beberapa di antaranya yaitu Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis IoT dengan Pendekatan *Problem Based Learning* (Itqan dkk., 2023), Pengembangan Alat Pendeteksi Banjir Berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai Media Pembelajaran Fisika untuk Siswa SMA (Puspita dkk., 2021), Pengembangan *physic parameter monitoring system* (PPMs) berbasis IoT polusi udara dan pembelajaran pemanasan global (Nufus dkk., 2025).

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dipaparkan di atas menunjukkan penggunaan IoT sebagai media pembelajaran terbukti efektif, layak, dan memberikan kontribusi positif bagi metode pembelajaran. Penelitian terdahulu lainnya membahas IoT yang digunakan sebagai alat pemantauan kualitas udara yang dilakukan oleh Refalista dkk. (2023) yang berjudul “Penggunaan Sensor MQ-2, 4, 7, 135 dan ESP32 untuk *Air Pollution Monitoring* Berbasis *Internet of Things*”, dan Agung dkk. (2019) meneliti terkait Implementasi SIPRATU Menggunakan

Platform *Thingspeak* Berbasis *Internet of Things*. Meskipun demikian, IoT sebagai alat pemantauan kualitas udara belum sepenuhnya diterapkan sebagai media pembelajaran yang sistematis, khususnya pada materi pencemaran udara. Padahal, materi ini sangat membutuhkan media pembelajaran yang konkret untuk memahami konsep polutan, dampak serta cara pencegahannya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti merasa perlu mengangkat hal tersebut di dalam penelitian ini karena memiliki kebaruan dengan mengembangkan media pembelajaran berbasis IoT pada materi pencemaran udara berorientasi literasi lingkungan dengan berbantuan multimedia. IoT digunakan sebagai pendeteksi dini kualitas udara untuk menunjang pembelajaran pada proses terjadinya pencemaran udara, bahan pencemaran udara, dampak serta cara pencegahan pencemaran udara. Dengan demikian judul yang diangkat yaitu **“Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Internet of Things* pada Materi Pencemaran Udara Berorientasi Literasi Lingkungan”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan pada penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan media pembelajaran berbasis *internet of things* pada materi pencemaran udara berorientasi literasi lingkungan?
2. Bagaimana hasil uji validasi media pembelajaran berbasis *internet of things* pada materi pencemaran udara berorientasi literasi lingkungan?
3. Bagaimana hasil uji kelayakan media pembelajaran berbasis *internet of things* pada materi pencemaran udara berorientasi literasi lingkungan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan rancangan produk media pembelajaran berbasis *internet of things* pada materi pencemaran udara berorientasi literasi lingkungan
2. Menganalisis hasil uji validasi media pembelajaran berbasis *internet of things* pada materi pencemaran udara berorientasi literasi lingkungan
3. Menganalisis hasil uji kelayakan media pembelajaran berbasis *internet of things* pada materi pencemaran udara berorientasi literasi lingkungan

D. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian dapat diperoleh manfaat penelitian ini diantaranya:

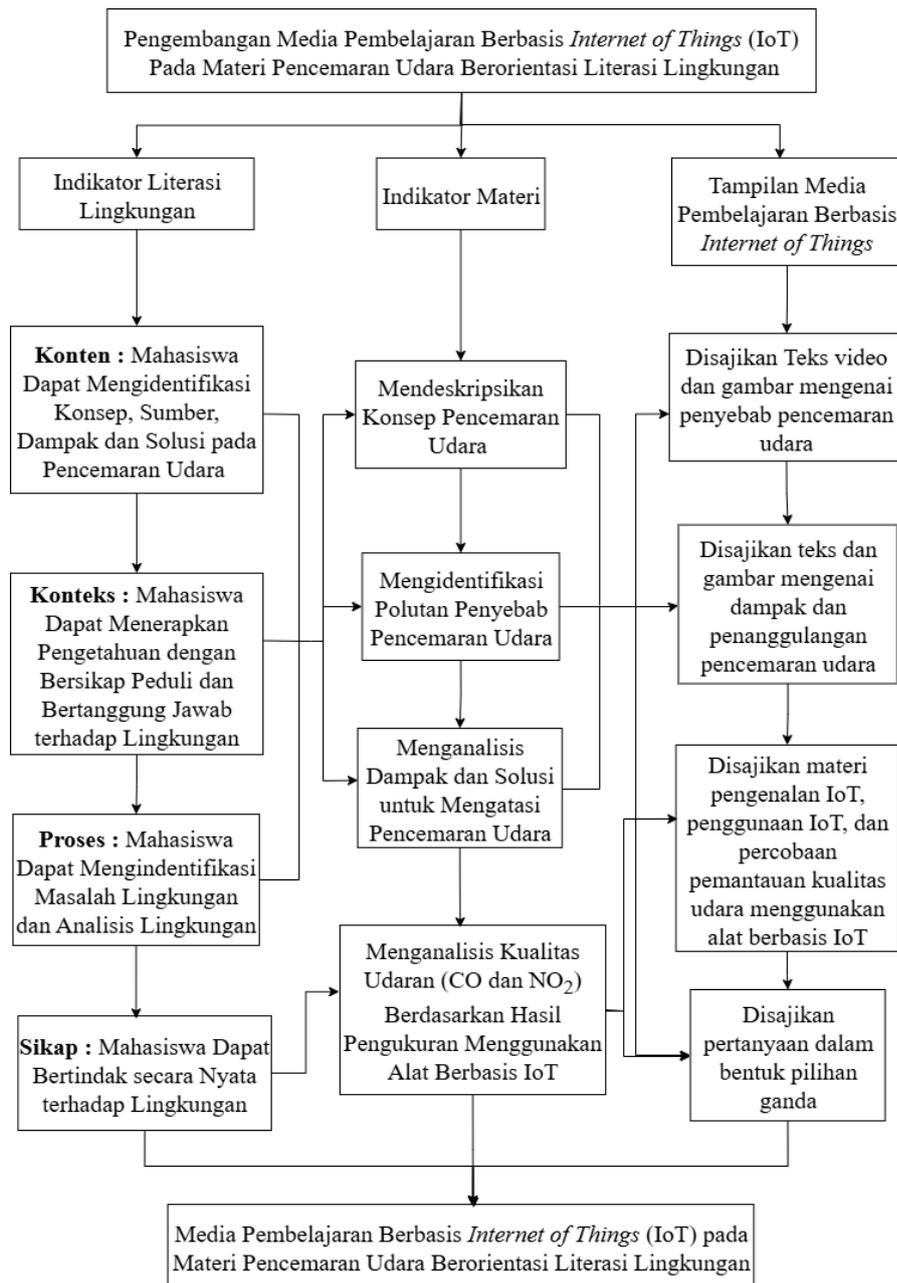
1. Meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa terhadap pencemaran udara dengan menggunakan sistem pemantauan udara berbasis *internet of things*
2. Sebagai ide dan masukan dalam menerapkan model pembelajaran dan meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa dalam pembelajaran kimia lingkungan
3. Menambah pengetahuan terhadap isu pencemaran udara di sekitar mereka dengan melakukan pemantauan kualitas udara secara berkala menggunakan sistem *internet of things*

E. Kerangka Berfikir

Penelitian ini menekankan pada pengembangan media pembelajaran berbasis *internet of things* (IoT) pada materi pencemaran udara berorientasi literasi lingkungan. IoT merupakan salah satu teknologi yang memungkinkan perangkat terhubung dengan mentransfer data kualitas udara secara berkala.

Pemanfaatan IoT dalam pembelajaran memberikan kemudahan dalam menyajikan data konkret dan diharapkan mampu mengatasi permasalahan keterbatasan akses terhadap fenomena pencemaran udara yang cenderung bersifat abstrak.

Kerangka berfikir pengembangan media pembelajaran berbasis IoT pada materi pencemaran udara berorientasi pada pencapaian pemahaman materi dan peningkatan literasi lingkungan. Bagan alir kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Alur kerangka Pemikiran

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Itqan dkk. (2023) yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis IoT dengan Pendekatan *Problem Based Learning*”. Menjelaskan mengenai pengembangan media pembelajaran matematika berbasis IoT dengan pendekatan *problem based learning* (PBL) dan mengevaluasi efektivitas dalam meningkatkan keterampilan pemecahan

masalah pada peserta didik. Metode penelitian ini menggunakan *research and development*. Media ini dikembangkan dapat memfasilitasi interaksi yang dinamis antara peserta didik dan benda-benda nyata melalui konektivitas IoT. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan metode pembelajaran matematika yang inovatif dan relevan.

Penelitian lainnya juga membahas media pembelajaran berbasis IoT yang dilakukan oleh Puspita dkk, (2021) dengan judul “Pengembangan Alat Pendeteksi Banjir Berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai Media Pembelajaran Fisika untuk Siswa SMA. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan serta efisiensi alat pendeteksi banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pendeteksi banjir berbasis IoT layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Diperoleh skor validasi ahli media rata-rata berkisar 3,75-4,00, penilaian guru berkisar 3,00-3,80, dan angket respon siswa berkisar 3,54-3,75.

Adapun penelitian lain yaitu pengembangan media pembelajaran berbasis IoT untuk mata pelajaran teknik mikroprosesor. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Media yang dikembangkan terdiri dari *trainer kit* Arduino, *monitoring website*, buku panduan, dan *jobsheet*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan ini layak digunakan. Penilaian kelayakan ini didukung oleh ahli materi dengan skor rata-rata 60,50 (layak) dan ahli media dengan skor rata-rata 75,50 (sangat layak). Respon peserta didik positif dengan 77% menyatakan media layak dan 23% menyatakan sangat layak. Selain itu, hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa semua komponen perangkat keras dan *website* bekerja dengan baik (Saputra dkk., 2018).

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Laksono dkk. (2023) dengan judul “Perancangan Perangkat Pembelajaran Berbasis IoT dan Pengenalan Robotika Kepada Siswa Sekolah Menengah di Surakarta Sekitarnya”. Penelitian ini adalah media pembelajaran *Toolkit* berbasis IoT yang dikembangkan dan dinilai sebagai produk yang inovatif dan efektif. Media ini dirancang secara interaktif dan menarik, serta dilengkapi dengan simulasi yang praktis yang memungkinkan peserta didik merancang, membangun, dan memprogram perangkat IoT secara langsung. Hasil

dari penelitian ini menunjukkan bahwa peserta didik dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam bidang IoT dan robotika.

Penelitian yang dilakukan oleh Novanti dkk. (2021) membahas mengenai IoT sebagai alat pemantauan kualitas udara. Dengan judul “Perancangan Alat Pemantau Kualitas Udara Berbasis IoT – Tinjauan Pustaka”. Penelitian ini membahas solusi alat pemantau kualitas udara tradisional digantikan oleh alat pemantauan kualitas udara berbasis IoT. Karena memiliki keunggulan seperti penggunaan biaya yang murah, sensor yang sangat banyak pilihannya untuk digunakan untuk mendeteksi berbagai macam gas polusi, data yang didapatkan di analisa dengan cerdas, data yang didapat berdasarkan *real-time* hingga data dapat ditampilkan di berbagai platform. Hal ini mendukung pengaplikasian secara merata baik di perkotaan maupun di pedesaan.

Selain daripada itu Agung dkk. (2019) meneliti terkait dengan IoT yang berjudul “Implementasi SIPRATU Menggunakan Platform *Thingspeak* Berbasis *Internet of Things*”. Penelitian ini membahas sistem pemantauan ruangan terpadu (SIPRATU) yang menjadi solusi untuk *memonitoring* kondisi pada ruang kerja. Sistem ini dikembangkan menggunakan multisensor untuk melakukan pemantauan ruangan, sehingga data yang diperoleh lebih detail. Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi *hardware* dan *software*. *Hardware* menggunakan multisensor, mikrokontroler, modul wifi ESP8266. *Software* menggunakan Arduino IDE dan platform *thingspeak*. Didapatkan hasil pengujian berupa SIPRATU menghasilkan data *logger* yang dapat disimpan di platform *thingspeak*.

Penelitian lainnya yaitu mengenai pengawasan polusi udara berbasis ESP32 dengan sensor gas MQ-2 dan MQ-135 secara *real-time* di kawasan kampus Universitas Singaperbangsa Karawang. Pengawasan ini menggunakan sensor gas MQ-2 dan MQ-135 memiliki sensitivitas tinggi terhadap kandungan CO dan CO₂. Sistem ini dilengkapi kemampuan mode Bluetooth dan terintegrasi dengan fitur IoT. Didapatkan hasil pengujian pada alat dapat mengukur kadar gas CO dengan rata-rata eror sebesar 0,6% dan CO₂ dengan rata-rata eror sebesar 1.3%. hal ini menunjukkan sensor mampu mendeteksi kadar cukup akurat (Nugraha dkk., 2024).