

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor pertanian dan perkebunan Indonesia berkembang begitu pesatnya, dengan jumlah sektor pertanian dan perkebunan yang merupakan penyumbang terbesar bagi pendapatan negara. Kelapa sawit merupakan salah satu sektor perkebunan sebagai sektor utama yang menjadi penyumbang pendapatan negara. Indonesia termasuk negara yang mempunyai pertumbuhan perkebunan kelapa sawit yang sangat tinggi. Menurut pendapat Zahari dkk bahwa kelapa sawit memberikan dampak positif bagi perekonomian Indonesia sebab nilai ekonomi yang menjanjikan untuk beberapa tahun kedepan dengan sekitar 20-25 tahun sehingga menjadi pertimbangan bagi perekonomian dunia. Perluasan perkebunan kelapa sawit mengakibatkan hasil minyak sawit juga cukup besar sebab berdasarkan data pada tahun 2021 pemasaran minyak sawit (CPO) sekitar 45,1 juta ton yang mana terdiri dari 27,4 juta ton dari perkebunan swasta, 15,5 juta ton dari perkebunan rakyat dan 2,2 juta ton dari perkebunan besar negara [1]. Hasil produksi yang cukup besar sebanding dengan konsumsi minyak goreng yang cukup tinggi bagi kebutuhan dalam negeri dan di bidang ekspor yang semakin meningkat sehingga pada tahun 2017 sampai tahun 2019 mencapai nilai 29,07 persen atau 19,45% dibandingkan pada tahun 2016.

Wilayah yang menjadi sektor perkebunan kelapa sawit tersebar pada beberapa Provinsi dengan luas perkebunan di Indonesia semakin meningkat salah satunya Provinsi Riau yaitu pada tahun 2008-2018 mengalami peningkatan luas sekitar 1,54 juta hektar menjadi 2,32 juta hektar dengan luas dari sebagian wilayah Indonesia [2]. Usaha perkebunan kelapa sawit yang sudah berkembang di beberapa wilayah Indonesia sehingga dapat menimbulkan beberapa masalah yang berdampak terhadap lingkungan, namun selain itu perkebunan kelapa sawit memberikan dampak positif bagi masyarakat yaitu dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat karena adanya perkebunan kelapa sawit dapat memberikan luasnya lapangan pekerjaan bagi masyarakat. Meningkatnya permintaan kelapa sawit mengalami proses pengolahan menjadi produk turunan dengan demikian sebagai sarana untuk membentuk menjadi sumber energi yang lebih baik untuk mengatasi dampak yang terjadi setelah adanya hasil limbah dari produksi kelapa sawit yang diproduksi sebagai minyak sawit yaitu mengubah menjadi energi terbarukan.

Perkebunan kelapa yang menjadi komoditas unggulan pada wilayah Provinsi Riau tersebut seharusnya dapat membangun sektor pembangunan yang cukup memadai karena

dengan pesat perkembangan luas perkebunan kelapa sawit menyebabkan sektor industri berkembang. Produksi kelapa sawit diproduksi sebagai minyak sawit memberi dampak negatif pada lingkungan yang berupa limbah cair *crude palm oil* (CPO) yang akan mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Provinsi Riau memproduksi limbah cair *crude palm oil* (CPO) menghasilkan nilai yang mencapai 8.721.148 ton pada tahun 2017. Sektor industri memproduksi kelapa sawit menjadi minyak sawit yang belum memadai dalam pengolahan limbah cair yang dihasilkan oleh produksi yang mana hanya ditampung pada kolam-kolam bahkan limbah cair dibuang tanpa ada proses pengolahan terlebih dahulu.

Limbah cair kelapa sawit adalah salah satu produk samping dari pengolahan minyak kelapa sawit yang menghasilkan limbah berupa air, padatan dan minyak yang berasal dari proses pengolahan samping tanda buah segar. Limbah kelapa sawit akan menghasilkan banyak limbah yang cukup tinggi jika diproduksi dengan kapasitas produk dengan jumlah yang besar maka akan menghasilkan oksigen semakin tinggi untuk mikro organisme yang dibutuhkan dalam mengurai senyawa organik. Warna yang dihasilkan oleh limbah cair kelapa sawit yang sudah diolah menjadi minyak sawit akan berwarna kecokelatan yang terdiri dari buangan padatan yang terlarut dan berbagai senyawa yang terkandung didalamnya. Limbah kelapa sawit terkandung beberapa senyawa organik dan bahan padat yang cukup tinggi sehingga limbah yang dihasilkan dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan jika diolah dengan baik. Limbah yang dibuang tanpa ada pengolahan menyebabkan pencemaran lingkungan karena pada limbah tersebut akan mengeluarkan gas metana sehingga perlu untuk mengontrol laju gas metana yang dikeluarkan.

Pengolahan limbah cair kelapa sawit dapat menggunakan metode tersebut dapat menekan dampak yang ditimbulkan bahkan dapat memberikan sesuatu hal yang baru untuk nilai tambah. Pengolahan konvensional menggunakan kolam anaerob dan aerob merupakan pengolahan yang dapat menurunkan *biochemical oxygen demand* (BOD) sekitar 27.000 menjadi 2.500 mg/l dan unsur hara yang lain dari hasil limbah cair kelapa sawit [3]. Berdasarkan dari pernyataan tersebut terdapat kelemahan dalam proses pengolahannya sebab membutuhkan lahan yang cukup luas, menimbulkan bau, dapat mencemarkan lingkungan sekitarnya dan proses pengolahan membutuhkan waktu yang cukup lama bahkan gas metana yang telah diproduksi tidak dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi [4]. Dampak gas metana adalah dapat terjadi pemanasan global sehingga kenaikan suhu dapat terjadi karena disebabkan oleh penyerapan gelombang pendek pada pancaran sinar matahari setelah itu akan dipantulkan dalam bentuk gelombang radiasi panjang yang berasal dari permukaan bumi

berdasarkan penjelasan diatas gas metana termasuk gerakan rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global.

Kandungan dalam biogas terdiri dari gas metana (CH_4) rata-rata terkandung 60%, karbon dioksida (CO_2) kandunganya lebih dari 36% sedangkan kandungan gas yang lain terdiri dari Oksigen (O_2), Hidrogen (H_2) dan Hidrogen Sulfida (H_2S) dalam konsentrasi yang lebih kecil. Gas metana mempunyai kandungan gas yang tinggi yang mana menurut UNFCCC bahwa gas karbon dioksida mempunyai nilai emisi lebih rendah sekitar 24 kali dibandingkan dengan gas metana yang mana memiliki nilai kalor 50,1 Mj/kg. Jika nilai 1 m^3 dari gas metana setara dengan 35,9 MJ atau sekitar 10 kWh maka nilai densitas sekitar 0,717 kg/m^3 maka kandungan gas metana dalam biogas memiliki kandungan 62% , maka 1 m^3 memiliki energi sekitar 6,2 kWh yang menyebabkan perubahan pada iklim jika konsentrasi terlalu tinggi [5]. Konsentrasi gas metana dan karbon dioksida berdasarkan Linasih dkk. bahwa nilai konsentrasi terkecil sebesar 45,15 ppm sedangkan untuk nilai konsentrasi yang tertinggi sebesar 25.093,4 ppm sehingga hasil konsentrasi gas metana lebih tinggi dibandingkan dengan emisi gas karbon dioksida [6]. Berdasarkan penelitian Winata dkk. bahwa kondisi bahaya gas metana jika kadar konsentrasi gas melebihi 90 ppm [7].

Gas metana merupakan kandungan gas yang terbesar dibandingkan gas yang lain maka ketika konsentrasi gas metana tidak terkontrol akan berdampak negatif bagi lingkungan masyarakat. Berdasarkan kejadian di TPA Leuwigajah pada tahun 2016 yang mana dalam tragedi itu menyebabkan merenggut 147 korban jiwa, ternyata penyebab terjadi ledakan yaitu konsentrasi gas metana yang terlalu tinggi [8]. Kandungan gas metana yang melebihi 5% maka akan terjadi ledakan yang terjadi pada TPA Leuwigajah. Selain itu, gas metana salah satu penyebab terjadi efek dari rumah kaca sehingga tingkat konsentrasi gas perlu untuk diketahui ketika memproduksi biogas. Konsentrasi gas metana yang diletakan diruang terbuka juga menimbulkan bau yang tidak sedap untuk lingkungan sehingga pengolahan limbah harus benar-benar diproses dengan baik. Selain itu, data konsentrasi gas metana sangat sulit didapatkan, maka masih sangat terbatas alat yang digunakan dalam pengontrolan.

Limbah cair kelapa sawit yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal maka pemanfaatan limbah cair kelapa sawit dapat diterapkan dalam masyarakat yaitu sebagai energi terbarukan. Penggunaan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar sebab berdasarkan Rahmadi bahwa api yang dihasilkan dari proses limbah cair kelapa sawit dengan dicampur kotoran sapi menjadi biogas menghasilkan api yang berwarna biru karena gas metana yang dihasilkan tidak ada kandungan air. Limbah cair kelapa sawit berpotensi besar jika dapat diolah dengan baik namun kebanyakan masyarakat masih belum bisa memanfaatkan limbah yang telah dihasilkan

pengolahan minyak sawit maka dalam penelitian biogas akan di manfaatkan sebagai bahan bakar kompor.

Pengolahan limbah cair kelapa sawit menjadi biogas memerlukan rangkaian alat yang digunakan yang disebut dengan metode digester atau reaktor gas sebab metode ini lebih efisien untuk mengurangi volume limbah cair dan padat yang bisa dikelola menjadi energi terbarukan [9]. Kelebihan menggunakan metode tersebut adalah tidak perlu membutuhkan lahan yang luas, tidak menimbulkan bau dan tidak membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan proses pengolahannya. Laju hasil pengolahan dari gas metana harus tetap dikontrol sehingga untuk mengontrol pengolahan gas metana maka menggunakan penerapan metode logika fuzzy dengan menggunakan sensor gas. Metode logika fuzzy dapat diterapkan untuk pengontrolan pengolahan limbah cair kelapa sawit berdasarkan limbah sawit yang diproses sehingga memudahkan dalam pengontrolan dan menentukan kualitas dan kuantitas pada limbah cair kelapa sawit. Penerapan metode logika fuzzy bertujuan untuk menghasilkan perhitungan akurat dengan sistem pengontrolan secara real time dan berkala.

Limbah cair kelapa sawit yang sudah melewati proses konversi akan menghasilkan biogas sehingga untuk mendeteksi gas metana perlu menggunakan sensor gas MQ-4 yang bertujuan untuk menekan biaya karena pada sensor MQ-4 biaya lebih relatif terjangkau. Sensor gas MQ-4 digunakan untuk mengetahui tingkat konsentrasi gas metana hasil dari konversi pengolahan limbah cair kelapa sawit. Pengukuran menggunakan sensor gas MQ-4 lebih tinggi tingkat sensitivitasnya dan cepat merespon pada keberadaan gas metana. Pengontrolan pengukuran dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kebocoran biogas yang mengandung metana yang berlebihan, maka insiden kebakaran akan sangat mudah untuk terjadi. Kandungan karbondioksida di udara segar bervariasi antara 0,03% (300ppm) sampai dengan 0,06% (600 ppm) bergantung pada lokasi. Sensor gas karbon dioksida menggunakan sensor gas MQ-135 yang merupakan sensor yang dapat mendeteksi CO₂ dengan sensitivitas yang tinggi maka dalam penelitian ini menghasilkan data yang lebih akurat. Sensor MQ-8 berfungsi sebagai mendeteksi gas hidrogen yang terkandung pada biogas. Penggunaan sensor MQ-4, MQ-8 dan MQ-135 sebab sensor ini memiliki nilai biaya yang cukup rendah dan memiliki tingkat sensitif dalam mendeteksi konsentrasi gas.

Menutupi beberapa kekurangan pada penelitian sebelumnya, pada penelitian ini menggunakan metode logika fuzzy. Hal ini dilakukan untuk mengembangkan penelitian yang telah ada sebelumnya. Metode logika fuzzy menggunakan metode Sugeno, sebagai klasifikasi keamanan dari gas yang terbaca dengan *buzzer* sebagai indikator keadaan. Dalam penelitian ini memanfaatkan dua macam gas yang diuji yaitu gas metana, gas karbon dioksida dan gas

hidrogen sebab ketig gas ini lebih dominan dibandingkan gas yang lain dalam menimbulkan dampak negatif. Penggunaan metode ini bertujuan untuk penentu kondisi keamanan gas jika terlalu tinggi maka buzzer akan memberi peringatan dengan berupa suara secara kontinyu atau berulang-ulang.

Pengukuran konsentrasi gas metana mengaplikasikan *Internet Of Things* untuk mengetahui konsentrasi gas metana secara wireles yang bertujuan untuk memudahkan penggunaannya dan lebih mudah untuk pengontrolan sebab terhubung dengan smartphone. Berkembangnya tingkat masyarakat dalam penggunaan smartphone menyebabkan pengontrolan ini menerapkan IoT di dalam penelitian ini dibandingkan masih menggunakan cara manual. Memanfaatkan IoT berfungsi sebagai menyimpan data kemudian data akan disimpan pada modul ESP32 dan data akan dikirim ke melalui jaringan internet sehingga dapat dijangkau dengan kondisi tertentu. Selain itu, digunakan untuk memonitoring kadar konsentrasi gas secara berkala.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan dari latar belakang, masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana merancang sebuah alat untuk memonitoring konsentrasi gas metana, gas karbon dioksida dan gas hidrogen pada limbah cair kelapa sawit?
2. Bagaimana cara menerapkan metode logika fuzzy Sugeno pada rancang alat untuk memonitoring gas pada limbah cair kelapa sawit?
3. Bagaimana cara mengaplikasikan *Internet Of Things* (IoT) berbasis ESP32 untuk mengetahui konsentrasi gas pada biogas secara wireles?
4. Bagaimana cara membuktikan bahwa kandungan gas metana dalam biogas cenderung lebih tinggi dibandingkan kandungan gas yang lain?
5. Bagaimana penerapan metode ini lebih efektif dibandingkan penelitian sebelumnya untuk memanfaatkan sebagai bahan bakar kompor?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Mengenai dari tujuan dan manfaat dalam penelitian ini, yaitu :

a. Tujuan

1. Dapat merancang sebuah alat untuk memonitoring konsentrasi gas metana, gas karbon dioksida dan gas hidrogen pada limbah cair kelapa sawit.

2. Dapat menerapkan metode logika fuzzy Sugeno pada rancang alat untuk memonitoring gas pada limbah cair kelapa sawit.
3. Dapat mengaplikasikan *Internet Of Things* (IoT) berbasis ESP32 untuk mengetahui konsentrasi gas pada biogas secara wireless.
4. Dapat membuktikan bahwa kandungan gas metana dalam biogas cenderung lebih tinggi dibandingkan kandungan gas yang lain.
5. Dapat menerapkan metode ini lebih efektif dibandingkan penelitian sebelumnya untuk pemanfaatan sebagai bahan bakar kompor.

a. Manfaat

1. Memudahkan untuk pengontrolan gas pada biogas hasil dari konversi pada limbah cair kelapa sawit.
2. Sistem lebih praktis dan efisien.
3. Memudahkan dalam mengontrol sebab terdapat *Internet Of things* (IoT)
4. bermanfaat untuk pengontrolan dengan kondisi tertentu.
5. Menghasilkan nilai data yang lebih konkret.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian yang akan dikerjakan supaya ini tidak menyimpang dari permasalahan yang diteliti maka akan dibatasi permasalahannya, yaitu:

1. Hanya dapat membaca kadar konsentrasi gas metana, gas karbon dioksida dan gas Hidrogen.
2. Jangkauan dari sistem *Internet of Things* (IoT) berbasis ESP32 dengan menerapkan aplikasi *Blynk* untuk sistem monitoring.
3. Rancangan menggunakan sensor gas MQ-4 , sensor gas MQ-8 dan sensor gas MQ-135 .
4. Menerapkan metode Logika Fuzzy Sugeno untuk menunjukkan kondisi keamanan gas.
5. Proses Konversi Limbah Cair Menggunakan metode digester dengan reaktor biogas tipe *Batch*.

1.5 Metodologi Pengerjaan Skripsi

Metodologi penelitian skripsi yang akan dikerjakan memiliki 7 tahap utama, antara lain:

1. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap awal untuk menentukan sebuah penelitian dan sebagai tahapan penting sebab pada tahap persiapan memerlukan banyak waktu untuk merancang garis besar topik penelitian. Tahapan ini mempersiapkan

beberapa hal untuk mempermudah dalam penelitian, antara lain : menentukan topik judul penelitian, mencari penunjang teori sebagai dasar memperkuat dalam penelitian dan mempelajari teori yang relevan yang akan diambil yang mana dalam pengambilan data diambil dari jurnal, buku dan beberapa sumber dari internet.

2. Analisis Permasalahan

Pada tahap ini akan menjelaskan tentang pokok permasalahan yang terjadi dan akan menjelaskan bagaimana cara menyelesaikan masalah dalam penelitian ini yang mana Perluasan perkebunan kelapa sawit mengakibatkan hasil produksi minyak sawit juga cukup besar sehingga menimbulkan masalah bagi lingkungan yaitu menyebabkan timbulnya gas metana yang berdampak pada pemanasan global sehingga mengontrol konsentrasi gas metana yang terkandung dalam limbah cair juga diperlukan untuk menekan terjadinya pemanasan global, meskipun kandungan dalam biogas terdapat beberapa gas di dalamnya namun gas yang lebih condong untuk dikontrol konsentrasinya yaitu pada gas metana. Selain itu, untuk memudahkan dalam pengontrolan sistem *Internet Of things* (IOT) diterapkan dalam penelitian ini maka metode yang digunakan dalam rancangan adalah metode logika fuzzy untuk mengontrol tinggi, sedang dan rendah pada konsentrasi gas metana.

3. Perancangan Sistem

Tahap adalah tahap merancang perangkat yang sudah digambarkan pada tahap persiapan berdasarkan proposal yang sudah disetujui oleh pihak penguji, maka akan dilanjutkan untuk merealisasikan sebuah perangkat yang sesuai dengan gambaran pada tahap perancangan.

4. Pembangunan Prototipe

Pembangunan prototipe dilakukan setelah melakukan beberapa tahap, yaitu setelah proposal disetujui oleh penguji maka akan dilakukan pembangunan prototipe berdasarkan penelitian yang sudah dikaji dan sistem sudah dirancang sebelumnya, maka tahap ini memerlukan beberapa waktu untuk penyelesaiannya berdasarkan sistem yang sudah dirancang pada rancangan sistem dan desain.

5. Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem merupakan tahap uji coba dimana sistem akan dioperasikan, terdiri dari: menguji desain sistem berdasarkan yang telah direncanakan pada saat tahap perancangan, bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang telah dirancang sesuai dengan kriteria, mengecek kekurangan sistem pada alat yang telah dirancang dan memastikan bahwa alat tidak mengalami perubahan saat dilakukan

pengujian dan kendala yang terjadi pada alat dengan mengontrol sistem dan melakukan instalasi sistem dengan benar.

6. Analisa Hasil Pengujian

Analisa hasil pengujian merupakan tahap analisis setelah data terkumpul dalam penelitian berdasarkan alat yang telah dirancang menghasilkan data sehingga data yang terkumpul itu akan mengidentifikasi seluruh masalah yang telah menjadi permasalahan dalam penelitian ini. Hasil data akan diolah menggunakan metode yang telah diterapkan yaitu metode logika fuzzy dan metode kuantitatif.

7. Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan merupakan tahap akhir dalam melakukan penelitian, maka dari penarikan kesimpulan bertujuan untuk mengetahui hasil secara garis besar dalam penelitian yang telah dilakukan dengan begitu dapat diketahui apakah rancangan yang telah dilakukan dapat berjalan sesuai dengan keinginan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mengetahui gambaran ringkas mengenai isi laporan seminar proposal serta untuk mempermudah pemahaman penelitian yang dilakukan, maka proposal tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab, antara lain:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan yang menjelaskan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II: TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi tentang penunjang penelitian yang mana mencakup tentang penelitian terdahulu dan dasar teori dengan mengambil penelitian yang relevan dan teori yang berkaitan melalui dari buku, jurnal dan sumber dari internet.

BAB III: PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi perancangan perangkat yang menjelaskan langkah penelitian yaitu Sistem monitoring gas pada limbah cair kelapa sawit berbasis *Internet Of things* (IoT) menggunakan metode logika fuzzy yang berupa hardware dan software. Selain itu, kebutuhan untuk analisis disesuaikan dengan rancangan penelitian yang akan dibahas.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Bab ini berisi mengenai hasil dari perancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya, dimana dalam bab ini menganalisa dari penelitian ini supaya mengetahui hasil dari metode yang telah diterapkan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

BAB V: PENUTUP

Untuk bab ini membahas hasil dari semua penelitian yang telah dibuat dengan memberi kesimpulan dan saran untuk memberikan garis besar data yang telah didapatkan berupa data atau analisa yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.