

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Sektor peternakan memiliki peran strategis dalam mendukung pembangunan perekonomian Indonesia, khususnya dalam memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat. Peternakan ayam *broiler* menjadi salah satu subsektor dengan potensi yang sangat besar, karena ayam *broiler* dikenal memiliki siklus produksi yang singkat, yakni sekitar 30-60 hari per periode. Karakteristik ini menjadikan ayam broiler sebagai sumber utama daging ayam yang mendominasi pasar domestik. Berdasarkan data dari Badan Pangan Nasional (BAPNAS), konsumsi daging ayam per kapita di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 7,46 kg per tahun, meningkat tajam dibandingkan tahun 2019 yang hanya sebesar 5,7 kg per kapita per tahun [1]. Peningkatan konsumsi ini mengindikasikan adanya tren kenaikan permintaan daging ayam di pasar nasional, yang pada gilirannya mendorong peternak untuk mencari cara meningkatkan efisiensi serta produktivitas dalam pemeliharaan ayam *broiler* guna memenuhi kebutuhan yang terus tumbuh.

Untuk memenuhi tuntutan peningkatan produktivitas tersebut, banyak peternak ayam broiler mulai mengadopsi sistem *Closed House* (CH). Sistem ini dirancang sedemikian rupa agar peternak dapat mengontrol secara optimal berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi performa ayam, seperti suhu, kelembaban, serta sirkulasi udara. Kontrol yang baik terhadap faktor-faktor tersebut terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan dan kesejahteraan ayam, serta mengurangi risiko penyakit yang dapat timbul dari lingkungan yang tidak terkontrol. Namun, terlepas dari keunggulan teknologi ini, implementasi sistem *Closed House* juga membawa tantangan tersendiri, khususnya dalam hal pengawasan yang lebih ketat terhadap kondisi lingkungan di dalam kandang.

Salah satu tantangan utama dalam pemeliharaan ayam broiler di sistem *Closed House* adalah menjaga kualitas udara yang optimal di dalam kandang. Kualitas udara yang buruk dapat memicu terjadinya stres panas (*heat stress*) pada ayam. Stres panas terjadi ketika suhu udara yang terlalu tinggi melebihi kemampuan ayam untuk beradaptasi, sehingga berdampak pada penurunan produktivitas, kerentanan terhadap penyakit, bahkan dapat menyebabkan kematian massal[2]. Penelitian menunjukkan bahwa suhu optimal untuk ayam broiler berkisar antara 18°C hingga 38°C, dan suhu di luar rentang ini, terutama di daerah tropis seperti Indonesia, berpotensi menyebabkan heat stress jika tidak diantisipasi dengan baik.

Salah satu cara menjaga kualitas udara di dalam sistem *Closed House* adalah *blower*, yang bertugas memastikan sirkulasi udara tetap berjalan baik untuk mencegah penumpukan panas dan gas berbahaya seperti amonia. Pada satu lantai kandang ayam *broiler*, biasanya menggunakan empat kipas *blower* untuk memastikan sirkulasi udara tetap optimal. Dari empat kipas tersebut, tiga kipas beroperasi secara terus-menerus (*continuous*), sedangkan satu kipas lainnya beroperasi secara intermiten untuk menambah volume udara ketika diperlukan. Kipas yang beroperasi secara terus-menerus bertujuan untuk menjaga stabilitas sirkulasi udara sepanjang waktu, sementara kipas intermiten digunakan untuk mengatasi kenaikan suhu atau kelembaban yang berlebih. Namun, kerusakan pada salah satu kipas, baik yang beroperasi secara terus-menerus maupun yang beroperasi intermiten, dapat menyebabkan penurunan signifikan dalam kualitas udara.

Berdasarkan diskusi dengan beberapa peternak, permasalahan yang sering muncul adalah sulitnya memantau secara *real time* kondisi kipas, di mana kerusakan pada kipas, baik karena penurunan performa maupun kegagalan total, seringkali tidak terdeteksi hingga kualitas udara di dalam kandang sudah menurun drastis. Minimnya sistem deteksi dini yang dapat memberikan peringatan ketika kinerja kipas mulai menurun menyebabkan tindakan perbaikan atau penggantian kipas baru dilakukan setelah kerusakan signifikan terjadi, yang dapat mengakibatkan keterlambatan penanganan serta berdampak pada kesehatan ayam dan potensi kerugian finansial yang besar. Salah satu contoh nyata dampak kegagalan sistem

sirkulasi udara adalah meningkatnya angka kematian ayam akibat stress panas ketika kipas *blower* berhenti berfungsi. Dalam situasi tersebut, perubahan suhu dan kualitas udara di dalam kandang bisa terjadi sangat cepat, terutama di wilayah dengan suhu lingkungan yang tinggi, dan para pekerja kandang mungkin tidak segera menyadari kerusakan ini, terutama tanpa adanya sistem pemantauan otomatis. Keterlambatan tindakan korektif dalam keadaan darurat ini dapat mengakibatkan kerugian besar, baik dari jumlah ayam yang mati maupun produktivitas yang menurun akibat stress pada ayam yang tersisa.

Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengembangkan sistem pemantauan yang lebih canggih, yang tidak hanya mampu mendeteksi kegagalan total pada kipas, tetapi juga mampu mengidentifikasi penurunan performa kipas sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah. Dengan adanya sistem yang dapat memantau kinerja kipas secara kontinu dan memberikan peringatan dini, peternak dapat mengambil tindakan preventif, seperti perbaikan atau penggantian kipas, sebelum kualitas udara mencapai tingkat yang berbahaya. Hal ini akan membantu menjaga kondisi lingkungan yang ideal untuk ayam broiler, mengurangi resiko kematian ayam, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas peternakan secara keseluruhan.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Sistem sirkulasi udara yang baik merupakan komponen krusial dalam menjaga kesehatan ayam di kandang *closed house*, terutama karena ayam sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan yang ekstrem. Dalam lingkungan yang tertutup seperti kandang *closed house*, kualitas udara harus dipantau dengan ketat untuk menjaga keseimbangan gas yang aman. Tingginya konsentrasi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), dan amonia (NH₃) dapat menyebabkan stres pada ayam, merusak jaringan paru-paru, dan menyebabkan penurunan sistem kekebalan tubuh [3]. Paparan NH₃ di atas 25 ppm selama beberapa jam dapat menyebabkan iritasi pada sistem pernapasan ayam,

memperlambat pertumbuhan, dan meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan. Peningkatan konsentrasi CO₂ di atas 3.000 ppm dan CO di atas 20 ppm juga secara signifikan meningkatkan stres pada ayam, mengakibatkan penurunan asupan pakan dan produktivitas.

Salah satu faktor utama yang menyebabkan ketidakstabilan kondisi udara adalah gangguan pada sistem ventilasi, terutama kipas yang berfungsi sebagai penggerak utama sirkulasi udara. Ketika kipas mengalami penurunan performa, baik karena usia, keausan, atau kegagalan teknis, kecepatan angin di dalam kandang menjadi tidak stabil. Akibatnya, distribusi udara menjadi tidak merata, sehingga gas berbahaya seperti NH₃ dan CO₂ cenderung terperangkap di dalam kandang. Kipas yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan konsentrasi NH₃ naik hingga 50% lebih tinggi dari ambang batas aman, yang meningkatkan risiko penyakit pernapasan hingga 30%. Kondisi ini semakin diperburuk pada musim panas, ketika suhu lingkungan luar meningkat, mengakibatkan stres panas (*heat stress*) yang lebih parah pada ayam. Kondisi kipas yang buruk pada musim panas dapat meningkatkan tingkat kematian ayam hingga 15-20% per siklus panen.

Tidak hanya berdampak pada tingkat mortalitas, sirkulasi udara yang buruk juga secara langsung berpengaruh terhadap produktivitas. Ayam yang mengalami heat stress tidak hanya mengonsumsi lebih sedikit pakan, tetapi juga menghasilkan daging dengan kualitas yang lebih rendah. Ayam yang terpapar stres panas menunjukkan penurunan berat badan harian hingga 5-10%, sementara kualitas daging mengalami degradasi dari segi tekstur dan kadar air. Selain itu, gangguan pernapasan yang disebabkan oleh konsentrasi gas berbahaya juga dapat menghambat pertumbuhan ayam dan meningkatkan kebutuhan perawatan medis, yang pada akhirnya berdampak pada biaya operasional peternak [4].

Penggunaan kipas *blower* dan ventilasi sangat bergantung pada ukuran dan kapasitas kandang. Berdasarkan rumus Jumlah kipas = panjang kandang (m) x Lebar kandang (m) x kepadatan (ekor/m²) x 4 cfm x Bobot Panen (kg) dibagi Kapasitas kipas dengan ukuran kipas yang dipakai [5]. Sebagai contoh Ukuran kandang ayam 100m x 8m, kepadatan 11 m², rencana panen 2,1 kg, kipas yg dipakai ukuran 52"

dgn kapasitas kipas 24.500 cfm [6]. Dengan penggunaan rumus, maka penggunaan kipas 4 . Kipas ini biasanya disusun secara strategis di sepanjang dinding kandang untuk memastikan distribusi udara yang optimal. data mengenai kondisi kecepatan angin juga menjadi hal penting untuk menentukan performa kipas blower. Aliran udara maksimum blower dapat mencapai lebih dari 4,2 m/s.

Salah satu solusi untuk meningkatkan kualitas udara adalah penggunaan sensor gas dan temperatur di kandang closed house sebagai langkah signifikan dalam menjaga kualitas udara dan keselamatan ayam. Dengan kemampuan memantau gas berbahaya seperti CO₂, NH₃, serta suhu secara real-time, sensor ini memberikan peternak data akurat mengenai kondisi lingkungan di dalam kandang. Saat konsentrasi gas beracun atau suhu terlalu tinggi, sensor akan memberikan peringatan dini, sehingga memungkinkan peternak untuk segera mengambil tindakan yang diperlukan guna mencegah risiko kesehatan pada ayam. Hal ini sangat penting, terutama karena akumulasi gas berbahaya dapat berdampak buruk pada pernapasan ayam dan meningkatkan mortalitas.

Namun, meskipun kelebihan utama sensor ini adalah pemantauan real-time, kelemahannya terletak pada keterbatasannya untuk memantau kondisi kipas secara langsung. Kipas yang mengalami penurunan performa atau kerusakan tidak dapat dideteksi oleh sensor gas dan suhu, padahal kipas berperan krusial dalam menjaga sirkulasi udara yang baik. Oleh karena itu, meskipun sensor gas dan temperatur efektif dalam mendeteksi perubahan kualitas udara, mereka tidak memberikan solusi komprehensif terhadap masalah sirkulasi yang disebabkan oleh kerusakan kipas. Integrasi dengan sistem pemantauan kipas diperlukan agar pemantauan lingkungan dalam kandang lebih menyeluruh dan efisien [7].

Kontaktor merupakan komponen elektromagnetik yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik pada beban dengan daya besar. Berbeda dengan relay yang digunakan untuk beban kecil, kontaktor umumnya dipakai untuk mengendalikan motor listrik, kipas blower, dan perangkat industri dengan arus dan tegangan tinggi. Prinsip kerja kontaktor adalah memanfaatkan elektromagnet yang menarik kontak utama saat diberikan tegangan

kendali, sehingga arus listrik dapat mengalir ke beban. Penggunaan kontaktor membuat sistem lebih aman dan andal dalam mengoperasikan blower pada kandang ayam broiler.[8]

Relay dan kontaktor sama-sama bekerja dengan prinsip elektromagnet. Namun, relay biasanya menggunakan tegangan kendali rendah (5V, 12V, atau 24V DC) sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler seperti ESP32. Sebaliknya, kontaktor memerlukan tegangan kendali lebih tinggi (umumnya 220V AC atau 24V DC) untuk mengoperasikan mekanisme elektromagnetnya. Oleh karena itu, relay dapat difungsikan sebagai perantara: mikrokontroler mengaktifkan relay dengan tegangan rendah, kemudian relay menyalurkan tegangan kendali yang sesuai untuk mengoperasikan kontaktor. Dengan kombinasi ini, perangkat mikrokontroler yang berdaya rendah tetap mampu mengontrol blower 220–380V AC secara aman.[9]

1.1.2 Analisis Masalah

1. Aspek Ekonomi : Permasalahan kipas blower yang rusak atau mengalami penurunan performa berdampak langsung pada ekonomi peternak. Ketika sirkulasi udara terganggu, ayam mengalami stress panas dan kematian meningkat, mengakibatkan penurunan produktivitas. Penurunan berat badan ayam serta tingginya angka kematian mengurangi hasil panen dan menambah biaya, baik untuk pengobatan, energi tambahan (pendinginan), hingga biaya penggantian atau perbaikan kipas. Penggunaan sistem pemantauan yang lebih canggih membutuhkan investasi awal, namun dengan potensi untuk mengurangi risiko kerugian jangka panjang melalui deteksi dini kerusakan kipas, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan menekan biaya operasional dalam jangka panjang.
2. Aspek Lingkungan : Sistem ventilasi yang tidak efektif menyebabkan akumulasi gas berbahaya seperti amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2) dalam kandang. Selain berdampak buruk pada kesehatan ayam, gas ini juga dapat mencemari lingkungan sekitar jika dilepaskan dalam konsentrasi tinggi. Kerusakan sistem

blower yang tidak segera terdeteksi akan memperparah masalah kualitas udara, tidak hanya di dalam kandang tetapi juga bagi masyarakat sekitar peternakan. Solusi pemantauan yang lebih baik dapat membantu menjaga keseimbangan lingkungan dengan memastikan sirkulasi udara yang baik serta mengurangi dampak negatif gas berbahaya. Sistem ventilasi yang tidak efektif menyebabkan akumulasi gas berbahaya seperti amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2) dalam kandang. Selain berdampak buruk pada kesehatan ayam, gas ini juga dapat mencemari lingkungan sekitar jika dilepaskan dalam konsentrasi tinggi. Kerusakan sistem blower yang tidak segera terdeteksi akan memperparah masalah kualitas udara, tidak hanya di dalam kandang tetapi juga bagi masyarakat sekitar peternakan. Solusi pemantauan yang lebih baik dapat membantu menjaga keseimbangan lingkungan dengan memastikan sirkulasi udara yang baik serta mengurangi dampak negatif gas berbahaya.

3. Aspek Manufakturabilitas : produsen kipas blower dan sistem ventilasi harus memperhatikan kualitas komponen yang digunakan. Kipas yang mudah mengalami penurunan performa karena usia atau keausan menciptakan tantangan bagi peternak dalam menjaga efisiensi operasional. Perlu adanya pengembangan kipas dengan daya tahan lebih tinggi dan sistem pemantauan performa yang terintegrasi dari produsen. Ini akan mendorong inovasi dalam manufaktur peralatan peternakan yang lebih andal, sehingga sistem sirkulasi udara dapat bekerja optimal dalam jangka waktu yang lebih lama.
4. Aspek Etika : Kegagalan dalam menjaga kualitas udara di kandang dapat mengakibatkan stress dan penderitaan bagi ayam. Peternak wajib memastikan bahwa kondisi lingkungan yang mendukung kesehatan ayam dipertahankan sepanjang waktu. Dengan adanya sistem deteksi dini terhadap penurunan performa kipas, peternak dapat memastikan ayam dipelihara dalam kondisi yang optimal dan tidak membiarkan mereka menderita karena kondisi lingkungan yang buruk.
5. Aspek Waktu dan Sumber Daya : Kegagalan untuk mendeteksi masalah kipas tepat waktu memakan lebih banyak sumber daya dalam bentuk perbaikan darurat,

penggantian komponen, dan upaya tambahan dari peternak untuk menjaga kondisi ayam. Implementasi sistem pemantauan yang terintegrasi akan menghemat waktu dan sumber daya dengan mengurangi frekuensi pengecekan manual dan memberikan peringatan dini sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar. Selain itu, sistem ini memungkinkan peternak untuk merencanakan pemeliharaan secara lebih proaktif, menghindari pengeluaran besar yang tidak terduga.

6. Aspek Sustainability : Kegagalan kipas blower tidak hanya mengancam produktivitas dalam jangka pendek tetapi juga mengganggu stabilitas operasional dalam jangka panjang. Sistem pemantauan yang canggih mendukung keberlanjutan dengan memastikan bahwa peralatan penting, seperti kipas blower, bekerja optimal dan meminimalkan risiko gangguan yang dapat merusak siklus produksi ayam broiler.

1.1.3 Kebutuhan Yang Harus Dipenuhi

1. Sistem harus dapat mendeteksi perubahan kecepatan angin secara real time
2. Sistem harus dapat bekerja selama 24 jam setiap hari
3. Sistem harus dapat menghasilkan aktuator lebih dari 1
4. Sistem harus dapat meningkatkan keamanan kondisi kipas

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, penulis bertujuan untuk membuat sebuah sistem peringatan dini dalam memudahkan dalam pengecekan kondisi kipas dan mengirimkan notifikasi secara real time kepada pekerja kandang agar dapat ditindak lanjuti

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

1. Fitur dasar

a. *Computing Performance*, berguna sebagai fitur yang harus dipenuhi dalam solusi agar mengetahui bagaimana performa komputasi pada sistem dan aplikasi yang akan di buat dengan harapan dapat memberikan peringatan dini.

b. Notifikasi *Capability*, adalah fitur yang harus dipenuhi dalam solusi untuk mengetahui notifikasi yang terjadi pada kipas, dimana setiap notifikasi harus bisa terintegrasi secara *real time* dalam aplikasi.

c. *Sensing Capability*, adalah fitur yang harus dipenuhi dalam solusi untuk mengetahui kemampuan sistem mengenali lingkungan dan bagaimana sistem bisa mengumpulkan informasi sebagai pengambilan keputusan seperti pemantauan, pengendalian, atau tindakan lainnya.

d. Kompabilitas *Capability*, adalah fitur yang harus dipenuhi dalam solusi untuk mengetahui keterhubungan antara mikrokontroler dengan aplikasi yang akan digunakan.

2. Fitur Tambahan

a. Menggunakan sedikit energi, pada penggunaan sistem dan komponen diharapkan tidak menggunakan daya yang berlebihan.

b. Biaya Murah, pada penggunaan sistem dan komponen diharapkan tidak menggunakan memakan biaya yang tinggi.

c. *Real Time* ,pada penggunaan sistem diharapkan apabila terjadi perubahan secara *rela time*.

d. Mudah diimplementasikan, sistem dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan.

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Perancangan sistem Pemantuan kondisi *blower* pada kandang ayam broiler menggunakan sensor anemometer berbasis mikrokontroler menggunakan *fuzzy logic*

Pada solusi pertama, sistem akan secara otomatis mengganti kipas yang mengalami penurunan performa. Cara kerjanya sensor anemometer dipasang pada setiap *blower*

untuk memantau kecepatan angin yang dihasilkan. Jika sensor mendeteksi penurunan kecepatan angin yang signifikan pada salah satu kipas, hal ini menandakan bahwa *blower* tersebut mengalami kerusakan atau penurunan performa. Mikrokontroler kemudian akan memproses data dari sensor anemometer dan mengaktifkan *blower* cadangan secara otomatis untuk menggantikan *blower* yang rusak. Pada saat yang sama, buzzer akan menyala sebagai peringatan adanya kerusakan kipas. Jika terjadi penurunan performa tetapi tidak sampai menyebabkan kerusakan total, lampu LED merah akan menyala untuk memberi sinyal bahwa kipas tersebut perlu diperiksa. Sebaliknya, jika semua kipas berfungsi dengan baik dan kecepatan angin masih dalam batas normal, lampu LED hijau akan menyala, menandakan bahwa sistem berjalan dengan normal. Sistem ini dirancang agar pergantian kipas terjadi secara otomatis tanpa intervensi manual, memastikan sirkulasi udara tetap optimal di dalam kandang ayam.

Komponen yang dibutuhkan :

1. Sensor Anemometer: Digunakan untuk mengukur kecepatan angin yang dihasilkan oleh setiap kipas.
2. Mikrokontroler: Untuk memproses data dari sensor dan mengontrol pergantian kipas serta indikator visual dan suara.
3. Buzzer: Memberikan peringatan suara saat kipas rusak atau berhenti berfungsi.
4. LED : Memberikan sinyal visual terkait kondisi kipas. LED merah menandakan ada masalah, sedangkan LED hijau menunjukkan bahwa sistem berfungsi normal.
5. Relay: Untuk mengontrol pergantian kipas cadangan berdasarkan sinyal dari mikrokontroler.
6. Sumber Daya: Menyediakan daya untuk seluruh sistem, termasuk sensor, mikrokontroler, kipas, dan indikator.
7. Sensor gas : Untuk mendeteksi gas berbahaya yang terdapat dalam kandang

1.2.2.2 Perancangan sistem Pemantauan kondisi *blower* pada kandang ayam broiler menggunakan sensor tegangan berbasis mikrokontroler

Pada solusi kedua, sistem pemantauan kipas dilakukan dengan menggunakan sensor tegangan untuk mendeteksi perubahan arus listrik yang mengalir ke kipas, dan jika salah satu kipas mengalami kerusakan, sistem akan secara otomatis mengaktifkan kipas yang lain. Ketika kipas berfungsi dengan normal, tegangan listrik yang diukur oleh sensor berada dalam rentang yang diharapkan. Dalam kondisi ini, LED hijau akan menyala, menandakan bahwa kipas bekerja dengan baik. Jika arus yang terukur oleh sensor lebih rendah dari ambang batas yang telah ditetapkan, hal ini menunjukkan penurunan kecepatan kipas, yang mungkin disebabkan oleh penurunan efisiensi motor atau hambatan mekanis. Pada kondisi ini, LED merah akan menyala sebagai peringatan awal bahwa kipas tidak beroperasi secara optimal, dan kipas cadangan akan otomatis diaktifkan untuk menggantikan kipas yang mengalami masalah.

Pada skenario yang lebih kritis, jika tegangan yang terukur lebih tinggi dari ambang batas, ini menunjukkan bahwa motor kipas bekerja lebih keras dari biasanya, yang dapat disebabkan oleh masalah mekanis atau kerusakan internal. Dalam situasi ini, LED merah akan menyala dan buzzer akan berbunyi sebagai peringatan bahwa motor kipas perlu segera diperiksa. Kipas cadangan juga akan otomatis diaktifkan.

Terakhir, jika sensor tidak mendeteksi arus listrik sama sekali, ini menandakan bahwa kipas mati atau tidak berfungsi sama sekali. Dalam kondisi ini, buzzer akan berbunyi, LED merah akan menyala, dan kipas cadangan akan segera diaktifkan untuk menggantikan kipas yang rusak.

Komponen yang digunakan :

1. Sensor Tegangan : Untuk memantau tegangan listrik yang mengalir ke kipas.
2. Mikrokontroler: Untuk mengolah data dari sensor arus dan mengaktifkan output (LED atau buzzer).
3. Buzzer: Untuk memberikan peringatan suara jika terdeteksi masalah pada kipas.

4. Sensor Gas: Untuk memantau kadar amonia dan karbon monoksida di dalam kandang.
5. LED : Sebagai indikator visual kondisi kipas (normal atau bermasalah).
6. Relay : Jika diperlukan untuk mematikan kipas secara otomatis ketika arus terlalu tinggi sebagai langkah pencegahan kerusakan.
7. Sumber Daya: Menyediakan daya untuk sensor, mikrokontroler, kipas, dan indikator.

1.2.2.3 Perancangan sistem Pemantauan kondisi *blower* pada kandang ayam broiler menggunakan sensor anemometer berbasis mikrokontroler menggunakan PID controller

Pada solusi ketiga, sistem pemantauan kipas dirancang untuk mengawasi kondisi kipas di dalam kandang ayam dengan memanfaatkan sensor anemometer untuk mengukur kecepatan angin dan secara otomatis mengganti kipas apabila salah satu mengalami kerusakan. Sistem bekerja, sensor anemometer mencatat kecepatan angin yang dihasilkan oleh kipas dan PID Controller menghitung kesalahan antara kecepatan angin aktual dan kecepatan target yang diinginkan. Ketika kecepatan angin berada dalam batas standar, LED hijau akan menyala untuk menandakan bahwa kipas berfungsi dengan baik. Jika kecepatan angin yang terukur turun di bawah ambang batas yang telah ditetapkan, hal ini menandakan adanya penurunan performa kipas. Dalam kondisi ini, PID Controller akan mengaktifkan kipas cadangan secara otomatis untuk menggantikan kipas yang mengalami penurunan performa. LED merah akan menyala sebagai indikasi bahwa ada masalah dengan kipas utama, tetapi kipas cadangan telah aktif untuk menjaga sirkulasi udara tetap optimal. Pada situasi yang lebih serius, jika sensor anemometer mendeteksi bahwa kecepatan angin sangat rendah atau tidak ada sama sekali, ini menunjukkan bahwa kipas telah mati atau tidak berfungsi sama sekali. Dalam kondisi ini, buzzer akan berbunyi, LED merah akan menyala, dan kipas cadangan akan segera diaktifkan oleh PID Controller untuk menggantikan kipas yang rusak. Setelah kondisi normal kembali dan kecepatan angin mencapai target yang

diinginkan, LED hijau akan menyala, menandakan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan kipas telah beroperasi dengan stabil.

Komponen yang digunakan:

1. Mikrokontroler: Sebagai pengendali utama sistem untuk memproses data dari sensor dan mengatur output.
2. Sensor Anemometer: Untuk mengukur kecepatan angin yang dihasilkan oleh kipas.
3. Sensor Gas: Untuk memantau kadar amonia dan karbon monoksida di dalam kandang.
4. PID Controller: Algoritma yang diterapkan dalam mikrokontroler untuk menghitung dan mengatur keluaran berdasarkan kesalahan yang terdeteksi.
5. LED : Sebagai indikator visual untuk menunjukkan status operasi kipas (normal atau peringatan).
6. Buzzer: Untuk memberikan sinyal suara saat ada kondisi darurat atau peringatan.
7. Sumber Daya: Untuk memberikan daya pada semua komponen sistem.
8. Relai: Mengaktifkan pergantian dari kipas utama ke kipas lain berdasarkan sinyal dari PID Controller.
9. Sensor gas : Untuk mendeteksi gas berbahaya yang terdapat dalam kandang

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

		Computing Method	Sensing Capability	Notifications Capability	Kompabilitas Capability		Solusi 1	Solusi 2	Solusi 3
		↓	↑	↓	↑				
Menggunakan Sedikit Energi	4	○				25%	○	○	○
Real Time	3	○	○	○	○	19%	○	△	○
Mudah diimplementasikan	4	○		○	△	25%	○	○	△
Low Cost	5	○	△	○		31%	○	○	○
Importance Rating		74	20	44	13	151	3,38	4,24	2,88
Percent of Importance		46,15 %	13,99 %	30,77 %	9,09 %	100%			
Solusi 1		○	○	○	○	4,077	7,457		
Solusi 2		△	○	○	○	2,874		7,114	
Solusi 3		○	○	○	○	4,077			6,957

Relationships:
 ○ Strong= 5
 ○ Fair= 3
 △ Weak= 1

Gambar 1.1 House Of Quality

Berikut perhitungan menggunakan *House of Quality* ketiga Solusi terhadap fitur utama :

$$\text{Solusi 1} : [(3 \times 46,15\%) + (5 \times 13,99\%) + (5 \times 30,77\%) + (5 \times 9,09\%)] = 4,077$$

$$\text{Solusi 2} : [(1 \times 46,15\%) + (3 \times 13,99\%) + (5 \times 30,77\%) + (5 \times 9,09\%)] = 2,874$$

$$\text{Solusi 3} : [(3 \times 46,15\%) + (5 \times 13,99\%) + (5 \times 30,77\%) + (5 \times 9,09\%)] = 4,077$$

Analisa yang dilakukan dengan metode *House of Quality*, dengan cara membandingkan fitur dasar dan fitur tambahan dari sistem yang akan dirancang dengan ke tiga Solusi yang ditawarkan. Terdapat 4 solusi dasar dan solusi tambahan.

Ketiga Solusi yang ditawarkan memenuhi setiap fitur dasar yang diinginkan, karna solusi yang dirancang harus mendeteksi perubahan kipas serta memberikan peringatan kepada penjaga kandang.

Solusi 1 adalah sistem pemantauan kondisi kipas pada kandang ayam *broiler* yang menggunakan sensor anemometer dan sensor gas berbasis mikrokontroler, dengan metode *fuzzy logic*. Berdasarkan perhitungan *House of Quality* untuk fitur utamanya,

solusi ini memperoleh nilai 4,077. Sistem ini mampu mendeteksi perubahan kecepatan angin serta kadar amonia di dalam kandang, dan memberikan notifikasi kepada penjaga kandang secara *real time*. Solusi ini menggunakan mikrokontroler untuk memproses data dengan metode *fuzzy logic*, yang lebih efisien dari segi biaya dan metode komputasi dibandingkan solusi lainnya. Karena itulah, solusi 1 memiliki nilai *House of Quality* yang lebih tinggi dibandingkan solusi 2 dan 3.

Solusi 2 adalah rancangan sistem pemantauan kondisi kipas pada kandang ayam broiler menggunakan sensor arus berbasis mikrokontroler. Dari perhitungan *House of Quality* untuk fitur utamanya, solusi ini memperoleh nilai 2,874. Sistem ini mampu mendeteksi perubahan arus listrik yang mengarah ke kipas. Namun, kekurangannya adalah penggunaan metode komputasi sederhana berbasis *if-else*, yang hanya mampu mendeteksi perubahan kipas tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan sekitar.

Solusi 3 adalah rancangan sistem pemantauan kondisi kipas pada kandang ayam broiler yang menggunakan sensor anemometer dan sensor gas berbasis mikrokontroler dengan PID controller. Berdasarkan perhitungan *House of Quality* untuk fitur utamanya, solusi ini memperoleh nilai 4,077. Kelemahan dari solusi ini adalah ketika terjadi perubahan drastis pada dua parameter, PID membutuhkan waktu untuk menyesuaikan parameter kontrol, sehingga sistem menjadi kurang responsif secara *real time*.

Karena perbedaan hubungan ketiga Solusi dengan fitur dasar tidak mencapai 1, maka dibutuhkan perhitungan hubungan ketiga Solusi dengan fitur tambahan. Berikut perhitungan menggunakan *House of Quality* ketiga Solusi terhadap fitur tambahan :

1. Solusi 1

$$[(3 \times 25\%) + (5 \times 19\%) + (3 \times 25\%) + (3 \times 31\%)] = 3,38$$

2. Solusi 2

$$[(5 \times 25\%) + (1 \times 19\%) + (5 \times 25\%) + (5 \times 31\%)] = 4,24$$

3. Solusi 3

$$[(3 \times 25\%) + (5 \times 19\%) + (1 \times 25\%) + (3 \times 31\%)] = 2,88$$

Dari hasil perhitungan menggunakan House of Quality di atas dapat dilihat bahwa hubungan Solusi dengan fitur tambahan-pun juga diunggulkan oleh Solusi 3. Dari sini dapat disimpulkan bahwa solusi 1 merupakan solusi terbaik dari ketiga solusi yang ditawarkan.

1.2.4 Solusi Yang Dipilih

Setelah melakukan analisis menggunakan *House of Quality*, didapatkan hasil bahwa Solusi ketiga memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan solusi lainnya. Solusi ketiga ini memberikan keseimbangan antara akurasi, kemudahan penggunaan, biaya rendah, dan fitur yang memenuhi kebutuhan utama baik itu fitur dasar maupun fitur tambahan tanpa kompleksitas berlebih dibandingkan dengan solusi kedua ataupun ketiga. Dengan ini diharapkan solusi 1 dapat menjawab semua permasalahan yang ada.

