

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Pulau Sumatera memiliki curah hujan tahunan yang bervariasi, dengan wilayah pesisir barat menerima antara 230–570 mm per bulan atau lebih dari 4.550 mm per tahun, sedangkan wilayah pesisir timur menerima sekitar 100–150 mm per bulan atau 1.500–2.000 mm per tahun[1]. Kondisi iklim ini berdampak terhadap perkebunan, khususnya pada komoditas karet alam. Karet alam merupakan salah satu komoditas yang berperan dalam perekonomian Indonesia. Pada tahun 2023, produksi karet kering di Sumatera Barat tercatat mencapai 108.415 ton, jumlah ini berasal dari pengolahan lateks segar hasil penyadapan[2].

Hasil utama dari tanaman karet yaitu getah (lateks)[3]. Produktivitas dari lateks ini dipengaruhi oleh kondisi iklim, terutama curah hujan. Hujan yang turun ketika proses penyadapan menyebabkan penampung lateks terisi air sehingga lateks bercampur dengan air, cepat tumpah, dan membubur. Pada dasarnya hujan yang jatuh dapat dibagi menjadi tiga yaitu : (1) langsung ke permukaan tanah (throughfall); (2) melewati cabang dan batang (stemflow); dan (3) tertahan di tajuk (interception) kemudian hilang melalui evapotranspirasi. Stemflow dapat menjadi kendala pada saat penyadapan[4]. Lateks yang bercampur dengan air cenderung menghasilkan kotoran serta penggumpalan yang tidak merata serta meningkatkan kadar nitrogen dan abu yang dapat menurunkan kualitas akhir produk[3]. Kondisi ini mengakibatkan petani harus menunda penyadapan 1-2 hari setelah hujan turun, sehingga produksi lateks berkurang. Penelitian Kafrawi menunjukkan bahwa lateks yang bercampur dengan air sulit mengental sehingga lateks tidak dapat membeku dan akhirnya dibuang oleh petani[5]. Oleh karena itu, tantangan utama dalam produksi karet adalah bagaimana mencegah air hujan masuk ke dalam mangkuk penampung selama proses panen, agar karet tetap dalam kondisi optimal untuk pembekuan.

Masalah ini tidak hanya berdampak pada petani sebagai pengelola utama perkebunan, tetapi juga pengumpul karet dan distributor. Petani kehilangan hasil panen akibat tertundanya penyadapan, pengumpul menerima karet dengan kualitas

rendah, sedangkan distributor menghadapi penurunan mutu bahan baku yang didistribusikan ke pabrik. Kondisi cuaca pada saat penyadapan menjadi faktor penentu hasil panen. Jika hujan terjadi saat proses pengumpulan, karet yang sudah tertampung dapat bercampur dengan air dan tidak bisa digunakan, sehingga menimbulkan kerugian dari segi waktu, tenaga, dan material.

Pada masalah yang dijabarkan di atas, terlibat beberapa pihak yang terdampak dari masalah tersebut. Setidaknya ada tiga pihak yang terlibat yaitu :

1. Petani adalah mereka yang memiliki dan berhak memanfaatkan lahan karet. Petani mengatur mulai dari pembibitan, pertumbuhan, sampai waktu penyadapan tanaman karet. Mereka adalah kelompok utama yang terdampak masalah ini.
2. Pengumpul karet adalah pekerja yang bertanggung jawab ketika masa panen karet dimana pohon karet yang siap panen akan disadap oleh pengumpul.
3. Distributor karet adalah pihak yang menerima karet yang sudah dikumpulkan oleh petani untuk didistribusikan ke pabrik karet.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Musim hujan menjadi salah satu penyebab utama penurunan produksi getah karet di Indonesia. Air hujan yang mengalir melalui batang menyebabkan bidang sadap basah hingga 6–7 jam setelah hujan turun, sehingga penyadapan harus ditunda. Apabila penyadapan tetap dilakukan, hasil lateks akan menurun sebesar 25–30% dan sulit ditampung karena bercampur dengan air. Selain penurunan jumlah, mutu karet kering juga terdampak. Pada musim kemarau mutu karet kering dapat mencapai 28–30%, namun saat musim hujan kualitasnya turun menjadi 19–20%[4]. Rata-rata pekebun karet kehilangan hasil sekitar 4 kg lateks setiap kali musim hujan. Hal ini tentu merugikan pekebun karena hasil panen menurun baik dari segi kuantitas maupun kualitas.

Dalam mendapatkan informasi lebih lanjut, mengenai masalah yang ditemukan, penulis mengumpulkan data dengan metode observasi. Observasi yang dilakukan dengan pengamatan dan wawancara Bersama petani karet. Berdasarkan wawancara dengan salah seorang petani karet di Kecamatan Air Haji, Kabupaten Pesisir

Selatan, diketahui bahwa jumlah pohon karet per hektar berkisar antara 300–400 batang, dengan rata-rata di kebunnya sebanyak 300 batang. Produktivitas karet yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Pada saat cuaca baik, produksi lateks dapat mencapai sekitar 1 ton per hektar setiap bulannya. Namun, ketika musim hujan, hasil panen mengalami penurunan hingga sekitar 700 kg per hektar. Selain kuantitas, kualitas karet yang dihasilkan juga turut menurun pada musim hujan. Lateks yang telah disadap membutuhkan waktu sekitar 3–4 jam untuk membeku. Jika turun hujan deras, proses pembekuan terganggu sehingga karet tidak dapat membeku dengan baik dan harus terkena cahaya matahari untuk mengering.

Dari segi harga, karet dihargai berbeda-beda tergantung kadar karet kering yang terkandung. Apabila kadar kering tinggi, harga dapat mencapai Rp15.000–Rp25.000 per kilogram, sedangkan jika kadar kering rendah hanya sekitar Rp10.000–Rp15.000 per kilogram. Dengan produksi rata-rata 1 ton per hektar per bulan, petani dapat memperoleh pendapatan sekitar Rp15.000.000–Rp20.000.000. Akan tetapi, biaya perawatan yang dikeluarkan mencapai 10–20% per tahun dari hasil panen. Kondisi ini menunjukkan bahwa musim hujan tidak hanya menurunkan hasil produksi, tetapi juga memengaruhi kualitas serta pendapatan petani karet di Pesisir Selatan.

Adapun solusi yang telah ada pada permasalahan pengeringan pakaian ini diantaranya adalah:

1. Rain Guard

Rain Guard merupakan pelindung sadap karet yang terbentuk dari bahan terbuat dari plastic yang berbentuk setengah lingkaran. Yang berfungsi seperti canopy untuk melindungi bidang sadapan dari tetesan air hujan. Rain guard memiliki panjang bagian dalam 65 cm, panjang bagian luar 114 cm, dan lebar 11 cm. Cara aplikasi rain guard sangat mudah, cukup dililitkan pada bagian atas sepanjang alur sadap dan direkatkan dengan menggunakan Gun Steples



Gambar 1.1 Rain Guard

Kelebihan : Harga yang ditawarkan lebih murah, dapat dibuat sendiri

Kekurangan : Dapat digunakan satu kali pemakaian, dapat menyebabkan penyakit mouldy rot

2. Penutup Mangkok Otomatis

Penutup Mangkok Otomatis merupakan alat pelindung sadapan karet yang dirancang berbasis sensor hujan (*raindrop sensor*). Alat ini bekerja otomatis, ketika sensor mendeteksi hujan maka motor servo akan menutup penutup mangkok, dan setelah hujan reda penutup akan terbuka kembali. Tujuan dari alat ini adalah untuk mencegah getah karet tercampur air hujan sehingga kualitas lateks tetap terjaga.



Gambar 1.2 Penutup Mangkok Otomatis

Kelebihan: Bekerja otomatis tanpa intervensi petani, melindungi getah karet dari hujan sehingga kualitas dan kuantitas panen meningkat, dapat dipasang mandiri di setiap pohon, praktis digunakan,

Kekurangan: Sensor hujan bisa terlalu sensitif pada kelembapan ringan sehingga terjadi beberapa kesalahan dalam menentukan prediksi.

1.1.2 Analisis Masalah

Masalah yang dihadapi dianalisis dari beberapa aspek berikut:

1. Aspek Ekonomi

Solusi yang ditawarkan membutuhkan biaya pembuatan alat, di mana biaya per alat untuk setiap pohon tidak melebihi seratus ribu rupiah. Modal alat akan dihitung sehingga dapat diperkirakan kapan hasil panen dapat menutupi investasi yang telah dikeluarkan.

2. Aspek Keberlanjutan

Alat ini dirancang untuk memiliki umur pakai yang panjang dan dapat digunakan secara berkelanjutan. Keberlanjutan ini juga memberikan kemudahan bagi petani karena mereka akan terbiasa dan lebih memahami cara kerja alat tersebut seiring waktu.

3. Aspek Waktu dan Sumber Daya

Produk dapat dikembangkan dalam waktu 6 bulan oleh satu orang dengan estimasi kerja 12 jam per minggu.

4. Aspek Kesejahteraan

Alat dirancang untuk memaksimalkan pendapatan petani dengan meningkatkan efisiensi dan kualitas panen.

1.1.3 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Kebutuhan yang harus dipenuhi oleh sistem untuk menyelesaikan masalah adalah :

1. Sistem mampu mengurangi kerugian produksi lateks disaat musim hujan
2. Sistem dirancang agar mudah digunakan oleh pengguna

3. Solusi yang ditawarkan harus mampu melindungi hasil panen dari hujan selama minimal tiga jam agar proses pembekuan karet dapat berlangsung dengan optimal.
4. Sistem yang dirancang bersifat ekonomis, dan dapat diaplikasikan oleh petani

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan analisis masalah dan kebutuhan yang telah diuraikan, tujuan pembuatan alat ini adalah untuk membantu petani karet melindungi getah karet dalam mangkuk penampung dari masuknya air hujan. Diharapkan, alat ini dapat memberikan solusi efektif bagi semua pemangku kepentingan dalam meningkatkan hasil panen dan kualitas karet.

1.2 Solusi

Solusi yang diharapkan adalah alat yang dapat membantu petani dalam memaksimalkan hasil panen ketika musim hujan. Alat ini harus bisa ditempelkan pada pohon karet dan sistemnya bekerja langsung terhadap proses penyadapan karet. Dengan alat ini diharapkan dapat mencegah air hujan ke dalam cawan penampung sehingga karet yang belum beku tidak rusak karena tercampur dengan air.

1.2.1 Karakteristik Produk

1. Fitur Dasar

- *Sensing Capability*: kemampuan alat untuk menangkap secara akurat sinyal-sinyal dari fenomena fisik yang terjadi disekitar sungai sebagai sinyal masukan yang akan diolah oleh sistem kontrol atau sistem.
- *Computing Performance*: kemampuan alat untuk dapat memproses data yang didapatkan oleh sensor-sensor untuk mengambil sebuah keputusan.
- *Predictive Weather Capability*: Fitur ini memungkinkan alat untuk memprediksi kondisi cuaca kedepan dengan mempertimbangkan kondisi dan pertanda hujan pada saat alat bekerja. Ini berfungsi sebagai sistem antisipasi agar alat bisa siaga dan melindungi getah karet sebelum air hujan masuk dan merusak getah karet.

- *Emergency override* : Alat mempunyai mekanisme darurat yang memungkinkan sistem tetap mengambil tindakan meskipun kondisi normal tidak terpenuhi. Fitur ini dirancang untuk mengantisipasi hujan yang datang secara tiba-tiba, sehingga sistem dapat tetap melindungi getah karet dari kerusakan
- *Actuation Capability* : Kemampuan untuk mengendalikan aktuator (motor servo atau mekanisme penutupan otomatis) untuk menutup atau membuka penutup mangkuk penampung getah karet secara otomatis berdasarkan kondisi yang terdeteksi untuk menjamin bahwa getah karet tetap terlindungi dari hujan tanpa intervensi manual, menjaga kualitas karet agar tetap optimal.

2. Fitur Tambahan

- *Low Cost* : Alat yang dibuat dapat dihasilkan dengan harga yang terjangkau dengan tetap memenuhi kebutuhan pengguna.
- Efisiensi Energi sistem memiliki penggunaan energi yang efisien, dengan kisaran daya sekitar 150 Watt
- Instalasi dan perawatan mudah : solusi yang ditawarkan mudah diinstal mengingat lokasi penempatan alat adaah di pohon karet. Selain itu, perawatannya juga harus mudah sehingga alat bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama.
- *User-friendly Interface* : Antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan oleh petani, bahkan oleh mereka yang tidak terbiasa dengan teknologi canggih.
- Solusi yang ditawarkan dapat diselesaikan dalam waktu maksimal 6 bulan.

1.2.2 Usulan Solusi

Dari permasalahan dalam produksi penyadapan lateks yang disebabkan oleh musim hujan sehingga membuat kerugian pada petani karet membutuhkan penyelesaian solusi lebih lanjut. Dalam pembahasan ini, akan diuraikan 3 jenis usulan solusi yang dapat memaksimalkan hasil pengeringan lateks

1.2.2.1 Solusi 1 menggunakan sensor air hujan dan intensitas cahaya

Sensor hujan adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi adanya tetesan air di permukaannya yang terdiri dari papan sirkuit dengan jejak tembaga untuk mendeteksi hujan, serta modul penguat dan komparator untuk mengubah resistansi

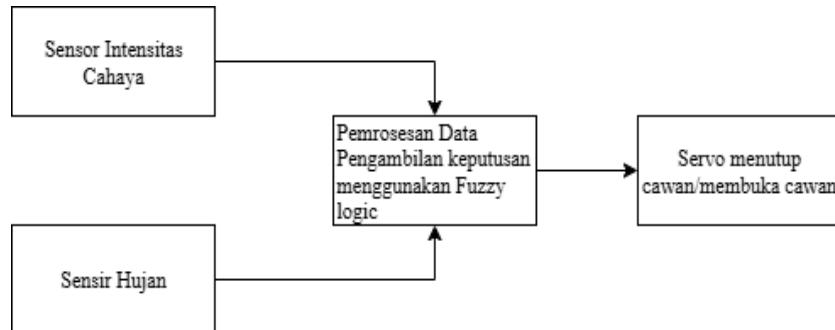
menjadi sinyal digital/analog. Prinsip kerja dari modul sensor ini yaitu pada saat ada air hujan turun dan mengenai panel sensor maka akan terjadi proses elektrolisa oleh air hujan. Pada sensor hujan ini terdapat ic komparator yang dimana output dari sensor ini dapat berupa logika *high* dan *low* (on atau off). Serta pada modul sensor ini terdapat output yang berupa tegangan pula. Dengan singkat kata, sensor ini dapat digunakan untuk memantau kondisi ada tidaknya hujan di lingkungan luar yang dimana output dari sensor ini dapat berupa sinyal analog maupun sinyal digital[6]. Sensor ini sangat sederhana, hemat biaya, dan mudah digunakan, meskipun tidak bisa memprediksi hujan sebelum terjadi.

Sensor intensitas cahaya digunakan untuk mengukur seberapa terang atau gelap lingkungan. sensor cahaya digital pada umumnya sudah berbasis I2C sehingga lebih mudah diintegrasikan pada sistem tertanam dan tidak memerlukan ADC (Analog to Digital Converter). Sensor cahaya mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux. Penggunaan sensor ini sangat cocok untuk sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler karena efisien, hemat daya, dan cepat dalam membaca perubahan pencahayaan. Dalam penerapannya, sensor ini cocok digunakan untuk mendeteksi kondisi cerah atau mendung sebagai sebagai indikasi awal hujan [7].

. Pada solusi ini, sensor air hujan dan sensor intensitas cahaya tidak harus dipasang pada setiap pohon, namun cukup beberapa titik yang bisa mewakili cuaca di kebun karet secara keseluruhan. Sementara itu, modul komunikasi dan aktuator penggerak penutup cawan dipasang pada setiap pohon karet. Solusi ini menggunakan metode komputasi fuzzy logic yaitu metode yang mampu mengambil keputusan berdasarkan logika linguistik seperti ‘cukup lembab’ dan “cukup terang”. Dalam sistem fuzzy, nilai masukan dikonversi menjadi *fuzzy set* menggunakan proses *fuzzification*, kemudian diproses melalui sekumpulan aturan *if-then* yang membentuk *rule base*, dilanjutkan dengan proses *inference* untuk menghasilkan output fuzzy, dan diakhiri dengan *defuzzification* agar dapat digunakan dalam bentuk numerik oleh sistem kontrol actual[8].

Jika hasil evaluasi menunjukkan kondisi yang memenuhi kriteria akan terjadinya hujan, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan aktuator berupa motor servo untuk menutup cawan penampung getah karet, sehingga mencegah air hujan

mencemari hasil sadapan [15]. Untuk gambaran sistem secara umum dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1.3 Gambaran Sistem Solusi 1

1.2.2.2 Solusi 2 menggunakan algoritma Multiple Linear Regression (MLR)

MLR adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara satu variabel dependen dengan dua atau lebih variabel independen. Tujuan utama MLR adalah untuk memprediksi nilai dari variabel target berdasarkan kombinasi dari beberapa input. Model ini sangat berguna ketika kita ingin memahami seberapa besar pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap hasil yang diamati .

Rumus umum MLR adalah:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Di mana Y adalah variabel dependen (output), X_1 hingga X_n adalah variabel independen, β_0 adalah intercept, β_1 hingga β_n adalah koefisien regresi, dan ε adalah error (residual). Dalam implementasinya, model ini menggunakan teknik *least squares* untuk meminimalkan perbedaan antara hasil prediksi dan data aktual[9].

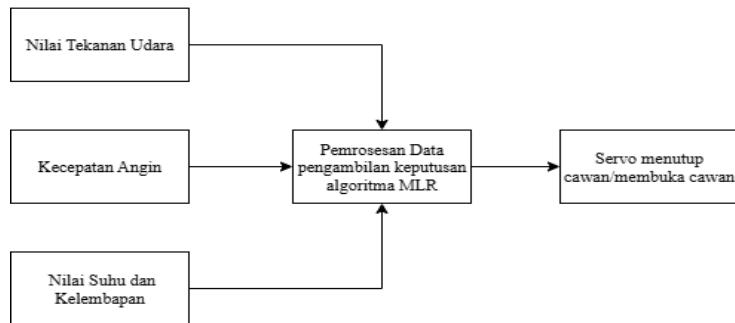
MLR sangat cocok untuk aplikasi seperti prediksi cuaca lokal, karena dapat menganalisis pengaruh berbagai parameter lingkungan seperti kelembapan, suhu, tekanan udara, dan kecepatan angin. Selain itu, MLR memiliki kelebihan dalam hal efisiensi komputasi, sehingga cocok diimplementasikan pada sistem tertanam (embedded systems) dengan pemrosesan terpusat. Algoritma MLR dapat menyusun model prediksi berdasarkan parameter lingkungan seperti kelembapan udara, suhu, tekanan atmosfer, dan kecepatan angin. Misalnya, saat kelembapan tinggi dan

tekanan udara turun dengan cepat, model dapat mengindikasikan bahwa hujan kemungkinan besar akan segera turun.

Salah satu keunggulan utama dari MLR adalah sederhananya algoritma dan interpretasi hasilnya. Setiap koefisien regresi (β) menunjukkan tingkat pengaruh dari satu fitur terhadap hasil prediksi, dengan asumsi bahwa fitur lain tetap. Ini sangat berguna untuk memahami faktor mana yang paling dominan dalam mempengaruhi output (misalnya, fitur mana yang paling memengaruhi potensi hujan)[9].

Dengan MLR sistem dapat memodelkan hubungan antara satu variabel target (dalam hal ini, kemungkinan hujan atau curah hujan) dengan beberapa variabel input (fitur) yang saling bergantung seperti tekanan udara, kecepatan angin, kelembapan, dan suhu udara. Untuk mengatasi keterbatasan akses internet di lokasi kebun yang terpencil, sistem ini dirancang dengan pendekatan centralized processing, yaitu pemrosesan data dilakukan di pusat, sehingga sensor tidak perlu dipasang di setiap pohon. Sensor-sensor utama cukup ditempatkan di beberapa titik strategis yang mewakili kondisi mikroklimat lokal, lalu data dikirim ke pusat untuk diproses dengan algoritma MLR. Untuk meningkatkan skalabilitas sistem, data yang dikumpulkan dari sensor akan terlebih dahulu melalui proses clustering. Ini berguna untuk mengelompokkan area berdasarkan kemiripan kondisi cuaca, sehingga model regresi yang digunakan akan lebih relevan dan efisien dalam memprediksi hujan di masing-masing klaster. Di sisi pohon, hanya dibutuhkan modul komunikasi dan aktuator yang dikendalikan dari pusat. Saat pusat mendeteksi kemungkinan hujan di suatu klaster, maka seluruh pohon dalam klaster tersebut akan secara otomatis menggerakkan payung penutup getah karet, sehingga proses penyadapan tidak terganggu oleh air hujan. Pada solusi ini akan menggunakan setidaknya tiga jenis sensor, yaitu sensor tekanan udara, sensor suhu dan kelembapan, serta sensor kecepatan angin.

Dalam penerapannya, solusi 2 dapat dilihat pada gambar berikut:

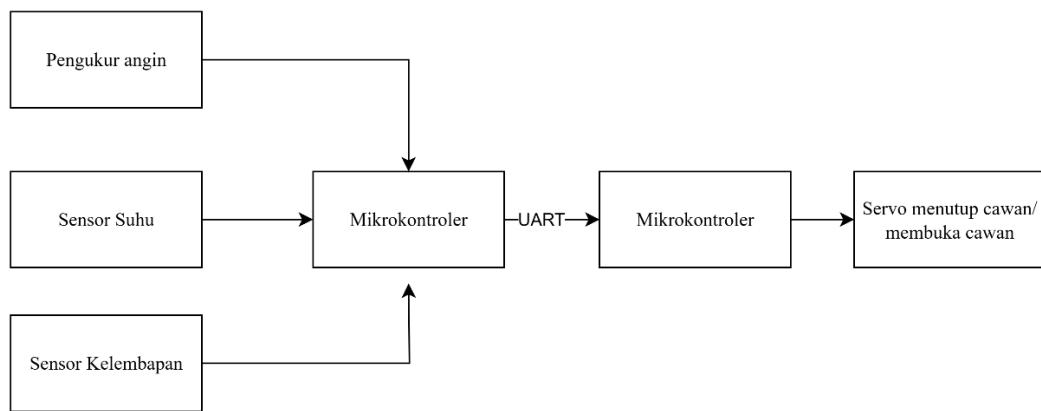


Gambar 1.4 Gambaran sistem solusi 2

1.2.2.3 Solusi 3 menggunakan sensor suhu, kelembapan dan intensitas cahaya dengan Metode Naïve Bayes Classifier

Pada sistem ini digunakan data berupa temperatur, kelembapan, dan kecepatan angin sebagai masukan utama. Mikrokontroler membaca data dari lingkungan, kemudian mengirimkannya ke server melalui modul koneksi nirkabel. Data yang diterima selanjutnya diproses menggunakan metode *Naïve Bayes Classifier* untuk melakukan prediksi cuaca. Hasil prediksi tersebut kemudian dikirim kembali ke ESP untuk melakukan penutupan cawan.

Naive Bayes merupakan sebuah pengklasifikasian probalistik sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan[10]. Algoritma menggunakan teorema bayes dan mengansumsikan semua atribut independen atau tidak saling ketergantungan yang diberikan oleh nilai pada variabel kelas. *Naive Bayes* juga didefinisikan sebagai pengklasifikasian dengan metode probabilitas dan statistik yang dikemukakan oleh ilmuan Inggris Thomas Bayes, yaitu memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya. *Naive Bayes* didasarkan pada asumsi penyederhanaan bahwa nilai atribut secara kondisional saling bebas jika diberikan nilai output. Dengan kata lain, diberikan nilai output, probabilitas mengamati secara bersama adalah produk dari probabilitas individu. Keuntungan penggunaan *Naive Bayes* adalah bahwa metode ini hanya membutuhkan jumlah data pelatihan (Training Data) yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses pengklasifikasian.



Gambar 1.5 Gambaran Sistem Solusi 3

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk proses memastikan solusi yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan pengguna adalah dengan menggunakan metode *House of Quality* (HoQ). Berikut adalah analisis usulan solusi dengan HoQ:

Tabel 1.1 House of Quality

	Prioritas	House of Quality					
		▲	▲	▲	▲	▲	
Biaya	5	△	△			○	
Instalasi dan perawatan	4			◎	○	○	
Selesai dalam 6 bulan	5	○					
User Friendly Interface	3		◎	◎	◎	○	Total
Importance Rating	15	20	35	42	29	141	
Percentage of Importance (%)	10,6	14,2	24,8	29,8	20,6	100	
Solusi 1	◎	◎	○	◎	◎	4,50	
Solusi 2	◎	◎	◎	△	◎	3,81	
Solusi 3	◎	◎	○	○	◎	3,91	

Keterangan :

● = 5 (Hubungan Erat)

○ = 3 (Hubungan Sedang)

△ = 1 (Hubungan Lemah)

$$\text{Solusi 1} = (5*10,6+5*14,2+3*24,8+5*29,8+5*20,6)\% = 4,50$$

$$\text{Solusi 2} = (5*10,6+5*14,2+5*24,8+1*29,8+5*20,6)\% = 3,81$$

$$\text{Solusi 3} = (5*10,6+5*14,2+3*24,8+3*29,8+5*20,6)\% = 3,91$$

Penjelasan perbandingan :

Jika dilihat dari fitur *sensing capability*, ketiga usulan solusi yang ditawarkan diberikan poin yang sama yaitu 5. Ini dikarenakan semua solusi menggunakan sensor yang relevan dengan masalah yang dihadapi yaitu hujan. Semua solusi menawarkan berbagai sensor yang dapat memprediksi atau mendeteksi air hujan dengan baik ketika sistem dijalankan.

Berdasarkan fitur *computing performance*, semua usulan solusi juga mempunyai poin yang sama yaitu 5. Nilai ini dipengaruhi oleh algoritma yang digunakan dan cara kerja sistem. Solusi 1 yang menggunakan fuzzy logic dapat memproses data dari sensor dengan cepat. Dimana algoritma ini dapat memberikan beberapa Keputusan dalam menghasilkan output yang diinginkan. Solusi 2 dengan algoritma MLR juga dapat memroses data dari sensor dengan akurasi yang tinggi. Sistem ini akan memprediksi kemungkinan hujan melalui beberapa indikator seperti kecepatan angin, kelembapan udara, dan intensitas cahaya. Solusi 3 *Metode Naïve Bayes Classifier* Ketiga solusi di atas mempunyai tingkatan algoritma yang berbeda, namun semua algoritma tersebut mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi petani dengan tepat sasaran.

Berdasarkan fitur *predictive capability*, solusi 2 lebih diunggulkan dan diberi 5 poin dikarenakan sistem dengan algoritma MLR dapat memprediksi cuaca yang akan datang dengan lebih akurat, solusi 1 juga termasuk sistem yang baik dalam

memprediksi cuaca dikarenakan algoritma fuzzy logic dapat digunakan untuk mendeteksi cuaca meskipun tidak sekompelks dan seakurat jika menggunakan MLR.

Berdasarkan fitur *emergency override*, solusi 1 lebih diunggulkan karena pada solusi ini terdapat sensor hujan yang dapat memprediksi hujan dalam waktu yang singkat. Sensor dapat mendeteksi hujan yang tiba-tiba terjadi meskipun tidak didahului tanda-tanda hujan seperti perubahan tekanan udara dan intensitas cahaya. Di sisi lain, solusi 2 dan 3 meskipun diunggulkan dari sisi prediktif dengan algoritma yang cukup kompleks dan perhitungan yang matang, namun kedua solusi ini tidak mempunyai sistem *emergency* yang mendukung sebaik solusi 1. Oleh karenanya akan ada gap waktu antara hujan yang turun secara tiba-tiba dengan respon sistem untuk menutup cawan penampung.

Berdasarkan fitur *actuation capability*, ketiga usulan solusi yang ditawarkan diberikan poin yang sama yaitu 5. Ini dikarenakan semua solusi menggunakan sistem aktuator yang sama yaitu menggunakan motor servo untuk menggerakkan penutup cawan ketika hujan terdeteksi.

1.2.4 Solusi yang Dipilih

Berdasarkan perhitungan pada *House of Quality* dengan memperhatikan aspek fitur dasar dan tambahan yang sudah dibuat sebelumnya, maka dipilih usulan solusi 1 sebagai penyelesaian dari masalah yang dihadapi oleh petani karet. Solusi yang mempunyai fuzzy logic dengan komponen yang lebih murah dan terjangkau menjadi pertimbangan utama dimana pengguna sistem ini adalah petani karet itu sendiri.