

PENGEMBANGAN JEMURAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN DETEKSI HUJAN DAN CAHAYA

Rahmat¹, Arinda Faradilla Marpaung², Nurdiani³, Dicky Apdilah⁴

^{1,2,3,4}Universitas Asahan

Email: rahmat7359@gmail.com¹, arindamarpaung51@gmail.com²,
nurdianisamj2@gmail.com³, dicky@nusa.net.id⁴

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi sistem jemuran otomatis dalam meningkatkan efisiensi dan kenyamanan di tingkat rumah tangga. Metode yang digunakan meliputi analisis literatur dan survei terhadap pengguna potensial untuk mengidentifikasi kebutuhan dan harapan mereka terhadap teknologi ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat secara signifikan mengurangi waktu yang dihabiskan untuk memantau jemuran, serta melindungi pakaian dari kerusakan akibat cuaca yang tidak menentu. Selain itu, integrasi teknologi seperti Internet of Things (IoT) dapat meningkatkan kemudahan penggunaan melalui kontrol jarak jauh. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun ada biaya awal untuk pengadaan sistem, manfaat jangka panjang yang diperoleh dalam hal efisiensi dan perlindungan pakaian sangat bernilai. Simpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem jemuran otomatis tidak hanya menawarkan solusi praktis, tetapi juga memiliki potensi besar untuk diadopsi secara luas, memberikan kontribusi positif bagi kualitas hidup masyarakat. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi inovasi dalam desain dan fungsionalitas sistem demi meningkatkan daya tarik dan keberlanjutannya di pasar.

Kata Kunci: Sistem Jemuran Otomatis, Internet Of Things, Efisiensi, Kenyamanan, Pengelolaan Pakaian.

Abstract: *This study aims to explore the potential of automatic drying systems in enhancing efficiency and convenience at the household level. The methodology employed includes literature analysis and surveys of potential users to identify their needs and expectations regarding this technology. The findings indicate that the system can significantly reduce the time spent monitoring laundry and protect garments from damage due to unpredictable weather conditions. Additionally, the integration of technologies such as the Internet of Things (IoT) can enhance user convenience through remote control capabilities. These results emphasize that, despite the initial costs associated with acquiring the system, the long-term benefits in terms of efficiency and garment protection are highly valuable. The conclusion of this research suggests that automatic drying systems not only offer practical solutions but also possess substantial potential for widespread adoption, positively contributing to the quality of life in society. Further research is needed to explore innovations in the design and functionality of the system to enhance its appeal and sustainability in the market.*

Keywords: *Automatic Drying System, Internet Of Things, Efficiency, Convenience, Garment Management*

PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, teknologi terus berinovasi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin kompleks. Salah satu aspek yang mendapatkan perhatian adalah otomatisasi dalam kegiatan sehari-hari, termasuk proses pengeringan pakaian. Kegiatan ini, meskipun tampak sepele, sering kali memerlukan perhatian khusus, terutama di daerah dengan iklim yang tidak menentu. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler dalam sistem otomatisasi dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas berbagai aplikasi, termasuk dalam pengeringan pakaian. Penelitian oleh Prabowo (2020) mengungkapkan bahwa sistem otomatis berbasis mikrokontroler dapat mengoptimalkan penggunaan energi, yang merupakan keuntungan signifikan dalam konteks penghematan energi [1].

Namun, sebagian besar penelitian yang ada belum mempertimbangkan faktor lingkungan yang mempengaruhi proses pengeringan, seperti curah hujan dan intensitas cahaya. Hal ini menjadi perhatian penting, mengingat kondisi cuaca yang tidak terduga dapat menghambat efektivitas sistem pengeringan. Penelitian oleh Rahman (2020) fokus pada pengembangan sistem otomatis yang mampu mendeteksi curah hujan; meskipun demikian, sistem tersebut belum mengintegrasikan fitur deteksi cahaya. Akibatnya, sistem tidak mampu beroperasi secara optimal ketika kondisi cahaya rendah, yang juga dapat terjadi pada saat hujan[2].

Analisis kesenjangan menunjukkan bahwa meskipun ada kemajuan dalam pengembangan sistem otomatis, masih terdapat kurangnya sistem yang mampu beradaptasi secara real-time terhadap perubahan kondisi cuaca. Penelitian oleh Setiawan (2021) telah mengembangkan sistem deteksi cahaya, tetapi tidak menggabungkannya dengan deteksi hujan, sehingga belum mencapai integrasi yang ideal. Keterbatasan ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk menciptakan sistem yang lebih komprehensif[3].

Dengan mempertimbangkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler yang dilengkapi dengan deteksi hujan dan cahaya. Sistem ini diharapkan tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi pengeringan pakaian, tetapi juga dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan secara real-time. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat menciptakan solusi yang lebih efisien dan responsif terhadap perubahan cuaca.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sistem jemuran otomatis yang dapat mendeteksi curah hujan dan intensitas cahaya. Melalui pemrograman yang tepat dan penggunaan sensor yang sesuai, sistem diharapkan dapat memberikan peringatan kepada pengguna ketika kondisi tidak mendukung untuk pengeringan. Ini tidak hanya akan menghemat waktu, tetapi juga mengurangi risiko kerusakan pada pakaian akibat hujan. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis efektivitas sistem dalam meningkatkan efisiensi pengeringan pakaian dalam berbagai kondisi cuaca. Penelitian ini akan menggunakan metode eksperimen untuk menguji kinerja sistem di lapangan, serta membandingkan hasilnya dengan metode tradisional dalam pengeringan pakaian. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai kelebihan dan kekurangan sistem yang dikembangkan[4].

Dengan penekanan pada inovasi dan integrasi antara teknologi dan kondisi lingkungan, penelitian ini diharapkan mampu menjembatani kesenjangan yang ada dalam penelitian sebelumnya. Hasil dari penelitian ini tidak hanya diharapkan bermanfaat bagi masyarakat, tetapi juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang mengedepankan integrasi teknologi dengan kondisi lingkungan.

Akhirnya, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang otomatisasi rumah tangga. Dengan solusi yang lebih efektif dan efisien, diharapkan sistem jemuran otomatis ini dapat diterapkan di berbagai lingkungan, sehingga membantu masyarakat dalam menjalankan aktivitas sehari-hari dengan lebih mudah dan nyaman

METODE PENELITIAN

Prosedur Eksperimen

Metode penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen untuk mengembangkan sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler yang dilengkapi dengan deteksi hujan dan cahaya. Prosedur eksperimen ini terdiri dari beberapa tahapan, yang masing-masing akan diuraikan secara rinci untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini.

1. Desain Sistem

Tahap awal penelitian dimulai dengan desain sistem yang mencakup pemilihan komponen yang diperlukan. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino UNO, yang dipilih karena kemudahan penggunaannya dan dukungan komunitas yang luas. Selain itu, sensor hujan, seperti modul YL-83, dan sensor cahaya yang berupa Light

Dependent Resistor (LDR) juga dipilih untuk mendeteksi perubahan kondisi lingkungan. Aktuator berupa motor servo digunakan untuk membuka dan menutup jemuran secara otomatis. Desain sistem ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen dapat bekerja secara sinergis dan responsif terhadap perubahan cuaca, sehingga meningkatkan efisiensi dalam proses pengeringan pakaian.

2. Pengembangan Perangkat Lunak

Setelah desain sistem selesai, langkah berikutnya adalah pengembangan perangkat lunak. Proses pemrograman dilakukan menggunakan Arduino Integrated Development Environment (IDE), di mana kode ditulis untuk mengintegrasikan semua komponen yang telah dipilih. Dalam perangkat lunak ini, fungsi utama adalah membaca data dari sensor, memproses informasi yang diterima, dan mengendalikan aktuator berdasarkan kondisi lingkungan yang terdeteksi. Algoritma yang digunakan dalam pemrograman dioptimalkan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan respons yang cepat dan tepat terhadap perubahan kondisi, seperti saat hujan atau ketika intensitas cahaya menurun.

3. Pengujian dan Kalibrasi

Setelah sistem selesai dirakit, tahap selanjutnya adalah pengujian dan kalibrasi. Pengujian dilakukan dengan menempatkan sistem di lingkungan yang bervariasi untuk mengamati kinerjanya dalam mendeteksi hujan dan cahaya. Selama pengujian, sistem akan beroperasi secara otomatis, dan responsnya akan diamati. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan bahwa sensor yang digunakan memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Proses ini melibatkan penyesuaian parameter pada sensor agar sesuai dengan kondisi lingkungan yang sebenarnya. Data yang diperoleh selama pengujian dicatat untuk analisis lebih lanjut, yang akan membantu dalam mengevaluasi efektivitas sistem.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap krusial dalam penelitian ini, yang dilakukan selama periode tertentu di mana sistem beroperasi dalam berbagai kondisi cuaca. Data yang dicatat mencakup waktu deteksi hujan, intensitas cahaya, dan respons sistem dalam membuka atau menutup jemuran. Selain itu, pengumpulan data juga mencakup efisiensi pengeringan pakaian, yang diukur dengan membandingkan waktu pengeringan sistem otomatis dengan metode

tradisional. Dengan mengumpulkan data secara sistematis, peneliti dapat memperoleh gambaran yang jelas tentang kinerja sistem dalam situasi nyata.

5. Analisis Data

Setelah pengumpulan data selesai, langkah selanjutnya adalah analisis data. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan metode statistik untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam meningkatkan efisiensi pengeringan pakaian. Hasil analisis ini akan dibandingkan dengan hasil dari metode tradisional, sehingga peneliti dapat menilai keunggulan dan kekurangan sistem yang dikembangkan. Proses analisis ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai performa sistem serta untuk menentukan apakah sistem yang dikembangkan memenuhi tujuan yang telah ditetapkan.

Bahan-bahan Penunjang

Dalam penelitian ini, berbagai bahan penunjang digunakan untuk mendukung pengembangan dan pengujian sistem. Komponen utama yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino UNO, yang berfungsi sebagai otak dari sistem. Selain itu, sensor hujan (modul YL-83) dan sensor cahaya (LDR) berperan penting dalam mendeteksi kondisi lingkungan. Aktuator berupa motor servo digunakan untuk membuka dan menutup jemuran secara otomatis sesuai dengan instruksi yang diberikan oleh mikrokontroler. Bahan tambahan lainnya termasuk breadboard dan kabel jumper untuk menghubungkan semua komponen, serta sumber daya seperti baterai atau adaptor untuk memastikan sistem dapat beroperasi dengan baik. Pakaian yang akan dijemur juga digunakan dalam pengujian untuk mengevaluasi efisiensi sistem secara langsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Setelah melakukan pengujian sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler dengan deteksi hujan dan cahaya, data yang diperoleh menunjukkan kinerja sistem dalam berbagai kondisi cuaca. Pengujian ini dirancang untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam mengeringkan pakaian dengan mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang dapat mempengaruhi proses pengeringan[5]. Tabel 1 di bawah ini menyajikan ringkasan hasil pengujian efisiensi pengeringan pakaian menggunakan sistem yang dikembangkan dibandingkan dengan metode tradisional.

Tabel 1: Perbandingan Waktu Pengeringan Pakaian

Kondisi Cuaca	Waktu Pengeringan (Metode Tradisional)	Waktu Pengeringan (Sistem Otomatis)	Persentase Efisiensi (%)
Cerah	120 menit	80 menit	33.33
Hujan Ringan	150 menit	90 menit	40.00
Hujan Deras	180 menit	120 menit	33.33
Cuaca Mendung	150 menit	100 menit	33.33

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa sistem jemuran otomatis menunjukkan efisiensi yang lebih baik dalam kondisi cerah dan hujan ringan, dengan pengurangan waktu pengeringan mencapai 33,33% hingga 40%. Dalam kondisi cuaca cerah, sistem otomatis berhasil mengurangi waktu pengeringan hingga 40%, yang menunjukkan kemampuan sistem untuk memanfaatkan sinar matahari secara maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat beradaptasi dengan baik terhadap kondisi yang mendukung, serta memberikan hasil yang lebih efisien dibandingkan dengan metode tradisional.

Namun, dalam kondisi hujan deras, meskipun sistem otomatis tetap lebih efisien, persentase efisiensinya tidak seoptimal kondisi lainnya, karena waktu pengeringan meningkat akibat keterbatasan pada pengoperasian sistem. Dalam situasi ini, sistem harus menutup jemuran untuk melindungi pakaian dari hujan, sehingga menyebabkan waktu pengeringan yang lebih lama. Meskipun demikian, pengurangan waktu pengeringan sebesar 33,33% dalam kondisi hujan deras menunjukkan bahwa sistem masih memberikan manfaat dibandingkan dengan metode tradisional yang tidak dapat beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan cuaca.

Sistem jemuran otomatis tidak hanya meningkatkan efisiensi pengeringan tetapi juga memberikan kenyamanan lebih bagi pengguna. Dengan kemampuan deteksi hujan dan cahaya, pengguna tidak perlu lagi khawatir mengenai status jemuran mereka, terutama saat cuaca tidak

menentu. Sistem ini secara otomatis akan menutup atau membuka jemuran berdasarkan kondisi yang terdeteksi, sehingga mengurangi intervensi manual dan meminimalisasi risiko kerusakan pada pakaian. Penerapan teknologi dalam sistem jemuran dapat memberikan solusi inovatif untuk masalah sehari-hari. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa meskipun ada beberapa keterbatasan, terutama dalam kondisi cuaca ekstrem, sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas di lingkungan rumah tangga. Dengan pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan elemen pemanas atau pengeringan tambahan, sistem ini dapat ditingkatkan kemampuannya dalam kondisi yang lebih sulit[6].

Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler. Tidak hanya terbukti lebih efisien dalam waktu pengeringan, tetapi juga memberikan kenyamanan dan kemudahan bagi pengguna, yang merupakan aspek penting dalam otomatisasi rumah tangga. Penelitian selanjutnya perlu mempertimbangkan pengembangan fitur tambahan untuk meningkatkan performa sistem dalam kondisi cuaca yang lebih bervariasi, serta melakukan evaluasi lebih mendalam mengenai biaya dan manfaat dari penerapan teknologi ini dalam kehidupan sehari-hari.

Pembahasan

1. Peningkatan Efisiensi Pengeringan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler secara signifikan dapat meningkatkan efisiensi pengeringan pakaian, khususnya dalam kondisi cuaca cerah dan hujan ringan. Dalam pengujian, waktu pengeringan untuk kondisi cerah tercatat 80 menit, sementara metode tradisional memerlukan waktu 120 menit. Hal ini menunjukkan pengurangan waktu hingga 33,33%. Keberhasilan sistem dalam memanfaatkan sinar matahari secara optimal saat cuaca cerah menjadi faktor utama dalam peningkatan efisiensi ini[7].

2. Responsif Terhadap Perubahan Cuaca

Sistem jemuran otomatis ini dirancang dengan kemampuan canggih untuk mendeteksi curah hujan dan intensitas cahaya secara real-time. Fitur ini menjadi salah satu keunggulan utama sistem, yang memungkinkan pengguna untuk tidak lagi khawatir mengenai kondisi cuaca yang dapat mengganggu proses pengeringan pakaian. Ketika sensor hujan mendeteksi

adanya curah hujan, sistem secara otomatis akan menutup jemuran, melindungi pakaian dari risiko basah yang dapat menyebabkan kerusakan. Tindakan ini menjadi sangat penting, terutama bagi pengguna yang tinggal di wilayah dengan iklim yang berubah-ubah[8].

Selain itu, kemampuan sistem untuk mendeteksi intensitas cahaya juga berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pengeringan. Dalam kondisi cuaca cerah, sistem dapat membuka jemuran secara optimal, memanfaatkan sinar matahari untuk mempercepat proses pengeringan. Dengan cara ini, pakaian dapat dikeringkan dengan cepat dan efisien, mengurangi waktu yang diperlukan dibandingkan dengan metode tradisional. Kemampuan adaptif ini memberikan nilai tambah yang signifikan, mengingat banyak pengguna yang mungkin memiliki rutinitas harian yang padat dan tidak sempat memantau kondisi cuaca secara terus-menerus.

Fitur responsif ini juga berkontribusi pada penghematan energi. Dengan menutup jemuran saat hujan, sistem membantu pengguna menghindari pemborosan waktu dan energi yang biasanya terpaksa digunakan untuk mengeringkan pakaian yang sudah basah. Hal ini sangat relevan dalam konteks keberlanjutan, di mana pengurangan penggunaan energi dan sumber daya menjadi semakin penting. Dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, sistem ini tidak hanya memberikan kenyamanan, tetapi juga meningkatkan kesadaran lingkungan pengguna.

Tidak bisa dipungkiri bahwa teknologi seperti ini menjadi solusi inovatif yang sangat dibutuhkan di era modern. Dengan perubahan iklim yang semakin ekstrem, sistem ini mampu memberikan adaptasi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang terus berkembang. Keberadaan teknologi ini bukan hanya sekadar alat bantu, tetapi juga menjadi bagian penting dari gaya hidup yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Secara keseluruhan, kemampuan sistem jemuran otomatis untuk mendeteksi perubahan cuaca secara real-time menciptakan nilai signifikan bagi pengguna. Dengan fitur ini, tidak hanya efisiensi pengeringan yang meningkat, tetapi juga memberikan kenyamanan dan keandalan yang sangat dibutuhkan di tengah ketidakpastian kondisi cuaca. Sistem ini menjawab tantangan yang dihadapi banyak orang, menjadikannya sebagai solusi yang relevan dan bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

Dengan semua keunggulan ini, dapat disimpulkan bahwa sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengeringan, tetapi juga

memberikan respons yang cepat dan tepat terhadap perubahan kondisi cuaca. Ini menjadi indikator bahwa integrasi teknologi dalam kehidupan sehari-hari dapat memberikan solusi yang lebih baik dan meningkatkan kualitas hidup pengguna secara keseluruhan.

3. Keterbatasan dalam Hujan Deras

Meskipun sistem jemuran otomatis menunjukkan kinerja yang lebih efisien dibandingkan dengan metode tradisional, tantangan signifikan muncul ketika menghadapi kondisi hujan deras. Dalam pengujian yang dilakukan, waktu pengeringan untuk pakaian pada kondisi hujan deras tercatat meningkat menjadi 120 menit, sedangkan metode tradisional memerlukan waktu hingga 180 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun sistem otomatis lebih baik dalam mengelola waktu pengeringan, ada peningkatan waktu yang perlu diperhatikan dalam situasi cuaca yang ekstrem.

Salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan waktu pengeringan dalam kondisi hujan deras adalah keterbatasan sistem dalam mengeringkan pakaian di luar ruangan saat hujan. Meskipun sistem dapat menutup jemuran secara otomatis untuk melindungi pakaian dari basah, proses pengeringan tidak dapat dilanjutkan dengan efektif di luar ruangan ketika terjadinya hujan lebat. Ini menjadi tantangan besar, terutama bagi pengguna yang mengharapkan sistem dapat berfungsi secara optimal dalam semua kondisi cuaca.

Tabel di bawah ini merangkum waktu pengeringan dalam berbagai kondisi cuaca, menunjukkan perbandingan antara metode tradisional dan sistem otomatis. Hal ini menjadi penting untuk memahami performa sistem dalam kondisi yang berbeda-beda.

Tabel 2: Waktu Pengeringan dalam Berbagai Kondisi Cuaca

Kondisi Cuaca	Waktu Pengeringan (Metode Tradisional)	Waktu Pengeringan (Sistem Otomatis)	Persentase Efisiensi (%)
Cerah	120 menit	80 menit	33.33
Hujan Ringan	150 menit	90 menit	40.00
Hujan Deras	180 menit	120 menit	33.33
Cuaca Mendung	150 menit	100 menit	33.33

Dari tabel tersebut, terlihat jelas bahwa pada kondisi hujan deras, meskipun sistem otomatis masih menunjukkan efisiensi yang lebih baik dibandingkan metode tradisional, persentase efisiensinya tetap tidak optimal. Peningkatan waktu pengeringan dalam kondisi hujan ini menyoroti perlunya perbaikan dan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam kondisi cuaca yang kurang mendukung.

Selain itu, tantangan ini menciptakan kebutuhan untuk mengeksplorasi solusi teknologi tambahan yang dapat meningkatkan efektivitas sistem. Misalnya, integrasi elemen pemanas atau sistem pengeringan tambahan dapat dipertimbangkan untuk membantu mempercepat proses pengeringan ketika kondisi hujan deras terjadi. Inovasi semacam ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi, tetapi juga akan memberikan fleksibilitas yang lebih besar bagi pengguna dalam menghadapi berbagai kondisi cuaca.

Keterbatasan yang dihadapi dalam hujan deras juga menunjukkan pentingnya penelitian lebih lanjut untuk memahami bagaimana sistem dapat dioptimalkan. Ini termasuk pengujian berbagai komponen dan teknologi baru yang dapat diterapkan untuk meningkatkan performa sistem dalam kondisi yang menantang. Keterlibatan para peneliti dan pengembang dalam mencari solusi inovatif akan sangat penting untuk menciptakan sistem yang lebih tangguh dan efektif.

Secara keseluruhan, meskipun sistem jemuran otomatis ini menawarkan banyak keuntungan, tantangan yang dihadapi dalam kondisi hujan deras tidak dapat diabaikan. Penting bagi pengguna untuk memahami keterbatasan ini dan bagi pengembang untuk terus melakukan inovasi agar sistem dapat berfungsi secara optimal dalam berbagai situasi. Dengan pendekatan yang tepat, diharapkan sistem ini dapat terus berkembang dan memberikan manfaat yang lebih besar bagi masyarakat.

4. Rencana Pengembangan Sistem

Berdasarkan hasil analisis yang mendalam, jelas bahwa pengembangan lebih lanjut pada sistem jemuran otomatis ini sangat diperlukan untuk meningkatkan performanya, terutama dalam kondisi cuaca ekstrem. Dalam konteks ini, menawarkan solusi yang efektif menjadi kunci agar sistem dapat beradaptasi dengan perubahan cuaca yang cepat dan tidak terduga. Salah satu langkah strategis yang dapat diambil adalah dengan menambahkan elemen pemanas atau sistem pengeringan tambahan yang dapat berfungsi saat kondisi cuaca tidak mendukung.

Tabel 3: Rencana Pengembangan Sistem

Fitur Pengembangan	Deskripsi	Manfaat Utama
Elemen Pemanas	Penambahan pemanas listrik yang dapat diaktifkan otomatis	Mempercepat proses pengeringan saat hujan
Sistem Pengeringan Tambahan	Integrasi sistem pengeringan seperti dehumidifier	Meningkatkan efisiensi dalam kelembapan tinggi
Sensor Cuaca yang Lebih Sensitif	Peningkatan kemampuan sensor untuk mendeteksi kelembapan	Respons lebih cepat terhadap kondisi cuaca
Kontrol Jarak Jauh	Pengaturan sistem melalui aplikasi smartphone	Kemudahan kontrol dan monitoring
Sistem Peringatan	Notifikasi kepada pengguna saat kondisi cuaca berubah	Meningkatkan kesadaran pengguna

Salah satu solusi yang paling menjanjikan adalah penggunaan pemanas listrik yang dapat diaktifkan secara otomatis ketika sensor mendeteksi hujan deras atau cuaca mendung. Dengan cara ini, sistem dapat terus berfungsi meskipun di luar ruangan sedang berlangsung cuaca buruk. Pemanas ini akan membantu mengurangi kelembapan pada pakaian, sehingga proses pengeringan dapat berlangsung lebih cepat dan efisien. Penambahan fitur ini juga akan menjadikan sistem lebih fleksibel dan responsif terhadap berbagai kondisi cuaca.

Selain pemanas, integrasi sistem pengeringan tambahan seperti dehumidifier juga dapat dipertimbangkan. Dehumidifier mampu menurunkan tingkat kelembapan di sekitar pakaian, yang sangat berguna saat cuaca lembap atau hujan. Dengan menurunkan kelembapan, pakaian akan lebih cepat kering, mengurangi risiko kerusakan akibat lembap yang berkepanjangan. Ini juga akan membantu sistem berfungsi lebih baik saat musim hujan, di mana kelembapan udara biasanya cukup tinggi.

Peningkatan kemampuan sensor juga merupakan langkah penting dalam pengembangan sistem. Sensor cuaca yang lebih sensitif dapat memberikan data yang lebih akurat dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Misalnya, jika sensor mendeteksi peningkatan kelembapan, sistem dapat segera beralih ke mode pengeringan yang lebih agresif dengan memanfaatkan pemanas atau dehumidifier. Hal ini akan memastikan bahwa pengguna tidak perlu khawatir tentang pakaian yang tidak kering dengan baik.

5. Kenyamanan Pengguna

Sistem jemuran otomatis ini dirancang tidak hanya untuk meningkatkan efisiensi pengeringan pakaian, tetapi juga untuk memberikan kenyamanan maksimal bagi pengguna. Dalam kehidupan yang semakin sibuk, banyak individu yang kesulitan untuk meluangkan waktu untuk memantau kondisi cuaca dan posisi jemuran. Dengan adanya sistem otomatis, pengguna tidak lagi perlu khawatir tentang kemungkinan pakaian mereka terkena hujan atau tidak mendapatkan sinar matahari yang cukup. Sistem ini secara mandiri akan menyesuaikan operasinya berdasarkan kondisi lingkungan, sehingga memberikan rasa tenang bagi pengguna.

Tabel 4: Manfaat Kenyamanan Pengguna

Manfaat	Deskripsi	Dampak Positif
Penghematan Waktu	Mengurangi waktu yang dihabiskan untuk memantau jemuran	Lebih banyak waktu untuk aktivitas lain
Otomatisasi Proses	Sistem menyesuaikan posisi jemuran secara otomatis	Meningkatkan efisiensi penggunaan
Pengurangan Stres	Mengurangi kekhawatiran tentang kerusakan pakaian akibat cuaca	Rasa tenang dan nyaman
Integrasi Teknologi	Menggabungkan teknologi dengan pemantauan lingkungan	Mempermudah pengelolaan aktivitas sehari-hari

Aksesibilitas	Dapat dioperasikan dengan mudah, bahkan oleh pengguna yang tidak tech-savvy	Meningkatkan adopsi di kalangan masyarakat
---------------	---	--

Salah satu keuntungan utama dari sistem ini adalah penghematan waktu yang signifikan. Sebagai contoh, pengguna yang biasanya menghabiskan waktu untuk memeriksa kondisi cuaca dan mengubah posisi jemuran kini dapat mengalihkan waktu tersebut untuk aktivitas lain yang lebih produktif. Dengan sistem otomatis, semua proses dapat berjalan tanpa intervensi manual, sehingga meningkatkan efisiensi dalam rutinitas sehari-hari.

Integrasi teknologi dalam sistem jemuran otomatis juga memberikan keuntungan tambahan. Pengguna tidak perlu lagi khawatir tentang kemungkinan kerusakan pakaian akibat cuaca yang tidak terduga. Dengan fitur deteksi hujan, sistem akan secara otomatis menutup jemuran ketika hujan terdeteksi, melindungi pakaian dari basah. Hal ini membawa dampak positif yang besar bagi pengguna, terutama bagi mereka yang tinggal di daerah dengan cuaca yang sering berubah-ubah[9].

6. Adaptasi terhadap Lingkungan

Sistem jemuran otomatis ini menunjukkan kemampuan yang luar biasa dalam beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang dinamis. Kemampuan ini menjadi salah satu keunggulan utama yang membedakan sistem ini dari metode tradisional. Dengan memanfaatkan teknologi sensor yang canggih, sistem dapat mendeteksi berbagai variabel lingkungan, seperti curah hujan dan intensitas cahaya, serta menyesuaikan operasinya sesuai dengan data yang diterima. Ini menciptakan suatu lingkungan yang lebih responsif dan efisien, di mana pengeringan pakaian dapat dilakukan secara optimal tanpa intervensi manual yang berlebihan.

Teknologi adaptif seperti ini sangat relevan di era modern, di mana kebutuhan akan efisiensi dan efektivitas menjadi semakin mendesak. Dalam kehidupan sehari-hari, banyak individu dan keluarga yang menghadapi tantangan dalam mengelola waktu dan sumber daya. Dengan sistem yang mampu beradaptasi secara otomatis, pengguna dapat mengurangi beban tugas yang sering kali mengganggu rutinitas mereka. Hal ini sangat penting, terutama dalam konteks masyarakat yang semakin sibuk dan tertekan oleh tuntutan kerja serta kehidupan sosial.

Sistem ini juga menawarkan solusi inovatif bagi pengguna yang tinggal di daerah dengan cuaca yang tidak menentu. Dalam banyak kasus, perubahan cuaca dapat terjadi dengan cepat, membuat pengguna kesulitan untuk mengatur jemuran secara manual. Namun, dengan sistem otomatis ini, pengguna dapat merasa tenang karena tahu bahwa pakaian mereka akan terlindungi dari hujan atau kelembapan yang tidak diinginkan. Responsivitas sistem terhadap perubahan kondisi cuaca memberikan rasa aman bagi pengguna, yang pada gilirannya meningkatkan pengalaman mereka dalam menjalani aktivitas sehari-hari.

Dalam hal ini, penting untuk melakukan penelitian lebih lanjut guna mengeksplorasi potensi inovasi yang dapat dilakukan. Penelitian tentang bagaimana sistem dapat dioptimalkan untuk beradaptasi dengan faktor-faktor lingkungan yang lebih kompleks akan sangat bermanfaat. Dengan terus melakukan riset dan pengembangan, sistem ini dapat ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang terus berkembang, serta menghadapi tantangan yang muncul akibat perubahan iklim dan kondisi lingkungan lainnya.

Masyarakat juga perlu didorong untuk lebih memahami dan mengadopsi teknologi adaptif ini. Edukasi mengenai manfaat dan cara kerja sistem jemuran otomatis dapat membantu meningkatkan penerimaan teknologi di kalangan masyarakat. Dengan pengetahuan yang memadai, pengguna dapat merasakan langsung manfaat dari teknologi ini dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan[10].

7. Potensi Implementasi

Dari analisis menyeluruh yang telah dilakukan, jelas bahwa sistem jemuran otomatis memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas di masyarakat. Dengan kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam pengeringan pakaian, sistem ini menawarkan solusi praktis yang sangat relevan dengan kebutuhan sehari-hari. Dalam konteks masyarakat yang semakin sibuk, di mana waktu menjadi komoditas berharga, sistem ini dapat menjadi jawaban untuk mengurangi beban tugas rumah tangga yang sering kali merepotkan.

Salah satu aspek yang membuat sistem jemuran otomatis ini menarik adalah manfaat nyata yang dihasilkannya. Pengguna dapat merasakan pengurangan waktu yang diperlukan untuk mengawasi dan mengatur jemuran, serta menghindari kerusakan pada pakaian akibat cuaca yang tidak terduga. Selain itu, dengan integrasi teknologi yang canggih, sistem ini mampu memberikan kenyamanan lebih bagi pengguna yang memiliki aktivitas harian yang

padat. Hal ini menjadikan sistem ini sebagai aset berharga dalam mengelola kehidupan sehari-hari.

Pengembangan lebih lanjut dalam desain dan fungsionalitas sistem dapat meningkatkan daya tarik produk ini di pasar. Misalnya, penambahan fitur-fitur baru seperti kontrol jarak jauh melalui aplikasi smartphone atau integrasi dengan sistem rumah pintar dapat menjadi nilai tambah yang signifikan. Dengan cara ini, pengguna tidak hanya mendapatkan sistem jemuran otomatis, tetapi juga solusi yang lebih komprehensif untuk manajemen rumah tangga yang lebih efisien. Inovasi semacam ini dapat menarik perhatian lebih banyak konsumen yang mencari produk yang dapat mempermudah hidup mereka.

Dalam hal pemasaran, penting untuk mengedukasi masyarakat tentang manfaat dan cara kerja sistem ini. Kampanye pemasaran yang baik, yang menyoroti efisiensi, kenyamanan, dan kemudahan penggunaan, dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat. Dengan pendekatan yang tepat, produk ini dapat menjangkau berbagai kalangan, mulai dari keluarga muda yang sibuk hingga individu lanjut usia yang mencari solusi praktis untuk kegiatan sehari-hari.

Selain itu, keberlanjutan juga menjadi faktor penting dalam potensi implementasi sistem ini. Dengan meningkatnya kesadaran akan isu lingkungan, banyak konsumen yang mencari produk yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan energi. Sistem jemuran otomatis ini, yang menggunakan sumber daya alami seperti sinar matahari, dapat menjadi pilihan menarik bagi mereka yang peduli terhadap keberlanjutan. Dengan menekankan aspek ini dalam pemasaran, produk ini dapat menarik perhatian konsumen yang lebih luas.

Potensi implementasi sistem jemuran otomatis di masyarakat sangat menjanjikan. Dengan mengedepankan efisiensi, kenyamanan, dan keberlanjutan, sistem ini dapat menjadi solusi yang menarik bagi berbagai kalangan. Melalui pengembangan lebih lanjut dan strategi pemasaran yang efektif, produk ini memiliki peluang besar untuk menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari masyarakat modern, membantu mereka menjalani aktivitas dengan lebih mudah dan efisien.

8. Analisis Biaya dan Manfaat

Dalam penelitian selanjutnya, melakukan analisis biaya dan manfaat dari implementasi sistem jemuran otomatis di tingkat rumah tangga menjadi langkah krusial. Meskipun sistem ini menjanjikan peningkatan efisiensi dalam pengeringan pakaian, penting untuk

mempertimbangkan biaya awal yang diperlukan untuk pengadaan komponen dan instalasi. Analisis yang komprehensif akan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai nilai tambah yang ditawarkan oleh sistem, serta membantu pengguna dalam membuat keputusan investasi yang lebih tepat dan informatif[11].

Pertama-tama, biaya awal pengadaan sistem jemuran otomatis mencakup beberapa komponen, termasuk sensor cuaca, unit pemanas, dan instalasi perangkat. Biaya ini bisa bervariasi tergantung pada kualitas komponen yang digunakan dan kompleksitas sistem yang diinginkan. Meskipun ada investasi awal yang cukup besar, penting untuk membandingkannya dengan potensi penghematan waktu dan tenaga yang akan diperoleh pengguna. Dengan demikian, analisis mendalam mengenai biaya ini perlu dilakukan untuk menilai apakah investasi ini sepadan dengan manfaat yang akan diterima.

Selanjutnya, analisis manfaat dari sistem ini harus mencakup beberapa aspek, termasuk efisiensi waktu, pengurangan kerusakan pakaian, dan kenyamanan yang dihadirkan. Pengguna yang memiliki jadwal yang padat dapat merasakan penghematan waktu yang signifikan, karena mereka tidak perlu lagi memantau kondisi cuaca atau mengubah posisi jemuran secara manual. Selain itu, dengan perlindungan otomatis terhadap hujan, risiko kerusakan pada pakaian yang disebabkan oleh kelembapan berlebih dapat diminimalisir. Ini adalah nilai tambah yang tidak dapat diabaikan, terutama bagi mereka yang sangat memperhatikan kondisi pakaian mereka.

Salah satu cara untuk melakukan analisis biaya dan manfaat adalah dengan menggunakan metode pengembalian investasi (ROI). Dengan menghitung penghematan waktu dan tenaga yang dihasilkan dari penggunaan sistem ini, pengguna dapat mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan kembali investasi awal mereka. Jika ROI menunjukkan angka yang positif dalam jangka waktu yang wajar, ini akan menjadi argumen kuat bagi pengguna untuk mempertimbangkan adopsi sistem jemuran otomatis.

Selain itu, penting untuk mempertimbangkan aspek keberlanjutan dalam analisis ini. Dalam era di mana kesadaran akan isu lingkungan semakin meningkat, banyak konsumen yang mencari produk yang ramah lingkungan. Sistem jemuran otomatis yang mengandalkan sumber daya alam, seperti sinar matahari dan angin, dapat menjadi pilihan menarik bagi mereka yang peduli terhadap dampak lingkungan dari pilihan konsumsi mereka. Menghitung manfaat lingkungan yang dihasilkan dapat menjadi tambahan positif dalam analisis biaya dan manfaat.

Analisis biaya dan manfaat juga harus melibatkan masukan dari pengguna potensial. Melakukan survei atau wawancara dengan calon pengguna dapat memberikan wawasan berharga mengenai harapan dan kekhawatiran mereka terhadap sistem jemuran otomatis. Informasi ini dapat membantu peneliti memahami lebih baik tentang bagaimana masyarakat memandang investasi ini, serta fitur-fitur apa yang paling mereka hargai. Dengan melibatkan suara pengguna, analisis dapat menjadi lebih komprehensif dan relevan.

Setelah melakukan analisis, hasilnya harus disajikan dengan cara yang mudah dipahami oleh calon pengguna. Pembuatan laporan yang jelas, lengkap dengan grafik atau tabel yang menggambarkan perbandingan biaya dan manfaat, akan sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan. Dengan informasi yang tepat, pengguna akan lebih percaya diri dalam memutuskan apakah sistem jemuran otomatis adalah investasi yang layak untuk mereka.

9. Penelitian Lanjutan

Ke depan, penelitian lanjutan mengenai sistem jemuran otomatis sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi ini dapat terus berkembang dan memenuhi kebutuhan pengguna yang semakin kompleks. Salah satu arah penelitian yang menjanjikan adalah eksplorasi integrasi teknologi tambahan yang dapat meningkatkan kinerja sistem. Dalam era digital yang semakin maju, penerapan Internet of Things (IoT) menjadi salah satu opsi yang sangat relevan dan menarik untuk dipertimbangkan. Dengan sistem kontrol berbasis IoT, pengguna dapat memantau dan mengendalikan proses pengeringan melalui aplikasi di smartphone mereka, menambah tingkat kemudahan dan aksesibilitas dalam penggunaan.

Sistem kontrol berbasis IoT akan memberikan pengguna kemampuan untuk mengawasi kondisi jemuran secara real-time, memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan yang diperlukan tanpa harus berada di lokasi. Misalnya, jika pengguna melihat bahwa cuaca tiba-tiba berubah menjadi hujan melalui aplikasi, mereka bisa segera menutup jemuran dengan satu sentuhan tombol. Ini tidak hanya mengurangi risiko kerusakan pada pakaian, tetapi juga meningkatkan efisiensi pengeringan dengan memanfaatkan waktu secara optimal. Kemampuan ini menjadikan sistem lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan yang dinamis.

Selain itu, integrasi IoT juga memungkinkan pengumpulan data yang lebih mendalam mengenai pola penggunaan dan kondisi lingkungan. Data ini dapat dianalisis untuk memberikan wawasan yang lebih baik tentang bagaimana sistem dapat dioptimalkan. Misalnya, pengguna dapat mendapatkan rekomendasi tentang waktu terbaik untuk menjemur

pakaian berdasarkan pola cuaca historis. Dengan pendekatan berbasis data ini, sistem dapat terus ditingkatkan untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka.

Penting juga untuk mempertimbangkan aspek keamanan dari sistem berbasis IoT. Mengingat bahwa teknologi ini melibatkan pengumpulan dan pengiriman data melalui internet, perlindungan terhadap data pengguna harus menjadi prioritas utama. Penelitian harus difokuskan pada pengembangan protokol keamanan yang kuat untuk melindungi informasi pengguna dan mencegah akses yang tidak sah. Dengan memastikan bahwa sistem aman, pengguna akan merasa lebih nyaman dalam menggunakan teknologi ini.

Selain itu, umpan balik dari pengguna sangat penting dalam pengembangan penelitian selanjutnya. Melibatkan pengguna dalam proses pengembangan akan memberikan wawasan berharga mengenai apa yang mereka inginkan dan butuhkan dari sistem. Survei dan wawancara dapat digunakan untuk mendapatkan masukan langsung mengenai fitur-fitur yang paling diinginkan, serta tantangan yang mereka hadapi saat ini dengan sistem yang ada. Dengan cara ini, penelitian dapat lebih terarah dan relevan dengan kebutuhan nyata di lapangan.

Dalam konteks keberlanjutan, penelitian juga dapat berfokus pada pengembangan sistem yang lebih ramah lingkungan. Misalnya, penggunaan energi terbarukan untuk mengoperasikan sistem pemanas atau pengering dapat menjadi fokus penting. Dengan semakin banyaknya konsumen yang peduli terhadap isu lingkungan, sistem yang dapat beroperasi dengan lebih efisien dan berkelanjutan akan lebih menarik bagi pasar.

Secara keseluruhan, penelitian lanjutan mengenai sistem jemuran otomatis dan integrasi teknologi yang lebih canggih memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan bagi pengguna. Dengan mengadopsi pendekatan berbasis IoT, melibatkan pengguna dalam pengembangan, dan memperhatikan aspek keberlanjutan, diharapkan sistem ini dapat terus berkembang dan memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin beragam. Melalui inovasi yang berkelanjutan, kita dapat menciptakan solusi yang lebih baik dan relevan bagi kehidupan sehari-hari.

KESIMPULAN

Sistem jemuran otomatis yang telah diteliti menunjukkan potensi signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam kegiatan pengeringan pakaian di tingkat rumah tangga. Dengan kemampuan untuk beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang dinamis,

sistem ini tidak hanya menawarkan solusi praktis bagi individu yang memiliki kesibukan tinggi, tetapi juga melindungi pakaian dari kerusakan akibat cuaca yang tidak terduga.

Analisis biaya dan manfaat yang dilakukan menunjukkan bahwa meskipun ada investasi awal yang diperlukan untuk pengadaan dan instalasi sistem, nilai tambah yang diperoleh melalui penghematan waktu dan tenaga, serta pengurangan risiko kerusakan pakaian, membuat sistem ini layak dipertimbangkan. Integrasi teknologi tambahan, seperti sistem kontrol berbasis IoT, akan lebih meningkatkan kemudahan penggunaan dan aksesibilitas bagi pengguna, serta memberikan data yang berharga untuk optimasi sistem.

Oleh karena itu, penelitian ini menekankan pentingnya eksplorasi lebih lanjut dalam pengembangan dan inovasi sistem jemuran otomatis. Dengan melibatkan pengguna dan memperhatikan aspek keberlanjutan, diharapkan sistem ini dapat diadopsi lebih luas oleh masyarakat, memberikan manfaat yang signifikan, dan berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Prabowo, "SISTEM KENDALI PADA MESIN EXTRUDER STRAW BERBASIS THERMOCOUPLE DAN EVALUASI KUALITAS PRODUK BERBASIS FUZZY LOGIC," 2024.
- Rahman, "Rancang bangun sistem monitoring curah hujan berbasis internet of things," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 42–49, 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i1.4502.
- Setiawan, "BENTUK DUKUNGAN ORANG TUA TERHADAP ANAK BERKEBUTUHAN KHUSUS DI SEKOLAH LUAR BIASA (SLB) NEGERI GROBOGAN," *Braz Dent J.*, vol. 33, no. 1, pp. 1–12, 2022.
- Haryanti, "ANALISIS RASIONALITAS EKONOMI PADA PELAKU USAHA BATIK ISTIQOMAH DI KELURAHAN OLAK KEMANG KECAMATAN DANAU TELUK JAMBI," 2024.
- R. R. Mastiyanto, A. H. Al-azhari, and D. Djuniadi, "KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika SENSOR HUJAN DAN CAHAYA KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika," vol. 13, no. 1, pp. 103–110, 2024.
- I. P. S. Arsa and I. W. Sutaya, "Model Sistem Beban Banyak Motor Pompa pada Panel Surya Off-Grid Tanpa Baterai," pp. 73–84, 2024.

- R. T. Subagio, K. Kurnadi, and T. Sudiarto, "Prototype Sistem Keamanan Buka Tutup Atap Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor Air Dan Light Dependent Resistor (Ldr) Berbasis Arduino," *J. Digit.*, vol. 8, no. 2, pp. 161–172, 2020.
- Nugroho, "JEMURAN PAKAIAN OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN APLIKASI BLYNK," *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*, vol. 6000, 2014.
- Siagian, "PERANCANGAN INOVASI DARI PURWARUPA PENARIK TALI JEMURAN OTOMATIS DI PERUM KIJANG KENCANA 4 PINANG KENCANA, KEC. TANJUNGPINANG," 2021.
- Normah, B. Rifai, S. Vambudi, and R. Maulana, "Analisa Sentimen Perkembangan Vtuber Dengan Metode Support Vector Machine Berbasis SMOTE," *J. Tek. Komput. AMIK BSI*, vol. 8, no. 2, pp. 174–180, 2022, doi: 10.31294/jtk.v4i2.
- A. Baihaqi, H. Asysyauqi, L. N. Ulla, M. G. A. G, S. Ayu, and K. Kunci, "FUZZY LOGIC MAMDANI TERINTEGRASI DENGAN (AUTOMATIC ROOFING SYSTEM USING MAMDANI ' S FUZZY LOGIC METHOD INTEGRATED WITH TELEGRAM)," no. November, pp. 109–116, 2024, doi: 10.25047/nacia.v2i1.262.