

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paparan sinar *ultra-violet* (UV) dari matahari memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan kulit manusia. Dalam jumlah tertentu, sinar UV bermanfaat bagi tubuh, khususnya dalam membantu pembentukan vitamin D. Namun, paparan UV yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan kulit, seperti penuaan dini, hiperpigmentasi, luka bakar, hingga kanker kulit [1]. Oleh karena itu, pemantauan intensitas sinar UV menjadi penting untuk mengetahui tingkat risiko paparan serta menentukan langkah perlindungan yang tepat saat beraktivitas di luar ruangan.

Sinar UV dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *Ultra-violet A* (UVA), *Ultra-violet B* (UVB), dan *Ultra-violet C* (UVC). UVA memiliki panjang gelombang 315–400 nm dan mampu menembus lapisan kulit bagian dalam sehingga berkontribusi terhadap penuaan dini, sedangkan UVB dengan panjang gelombang 280–315 nm lebih berpengaruh terhadap permukaan kulit dan dapat menyebabkan iritasi serta luka bakar. Sementara itu, UVC dengan panjang gelombang 100–280 nm umumnya tidak mencapai permukaan bumi karena diserap oleh lapisan ozon [2]. Intensitas paparan sinar UV dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti waktu, kondisi cuaca, dan lokasi geografis.

Perlindungan terhadap sinar UV pada dasarnya memerlukan dua standar yang berbeda, karena UVA dan UVB menimbulkan risiko biologis yang berbeda [3]. *Sun Protection Factor* (SPF) mengukur efektivitas produk dalam menghambat UVB, yang berkaitan dengan risiko eritema dan luka bakar, sedangkan *Protection Grade of UVA* (PA) mengukur efektivitas produk dalam menghambat UVA, yang berkaitan dengan risiko *Photoaging* dan kerusakan kulit jangka panjang [4]. Kedua standar ini bersifat saling melengkapi, sehingga produk dengan SPF tinggi namun PA rendah tetap tidak memberikan perlindungan yang menyeluruh, dan sebaliknya. Sebagian besar pengguna hanya memperhatikan nilai SPF pada label produk tanpa mempertimbangkan nilai PA, sehingga perlindungan terhadap UVA cenderung terabaikan meskipun risiko *Photoaging* dan kerusakan kulit akibat UVA tetap terjadi. Kondisi ini diperparah karena penentuan SPF dan PA yang digunakan

umumnya tidak disesuaikan dengan intensitas UVA dan UVB aktual yang diterima, melainkan berdasarkan kebiasaan pribadi [4].

Perkembangan teknologi IoT membuka peluang untuk mengintegrasikan sensor lingkungan dalam sistem pemantauan yang mampu bekerja secara periodik dan berkelanjutan. Melalui pemanfaatan sensor intensitas UV yang terhubung dengan mikrokontroler dan jaringan internet, data paparan sinar UV dapat diperoleh secara aktual dan dikirimkan ke sistem pengolahan data [5]. Pendekatan konvensional seperti prediksi cuaca atau indeks UV umum belum mampu merepresentasikan paparan UV yang diterima pengguna secara langsung dan kontinu, sehingga diperlukan sistem pemantauan berbasis IoT.

Dalam sistem pemantauan intensitas sinar UV, pemilihan sensor menjadi faktor krusial karena data yang dihasilkan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Sensor UV konvensional umumnya hanya memberikan nilai intensitas UV secara umum tanpa pemisahan spektrum, sehingga kurang optimal untuk analisis risiko paparan kulit [6]. Sensor VEML6075 dipilih dalam penelitian ini karena mampu mengukur UVA dan UVB secara terpisah serta menghasilkan keluaran digital yang telah dikompensasi terhadap cahaya tampak dan inframerah. Kemampuan ini menjadikan data yang dihasilkan lebih representatif terhadap risiko biologis paparan sinar UV, di mana kesalahan pengukuran dapat berdampak langsung pada ketepatan rekomendasi *sunscreen* [7]. Selain itu, antarmuka *Inter-Integrated Circuit (I2C)* pada VEML6075 memudahkan integrasi dengan sistem berbasis IoT.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem yang tidak hanya mampu memantau intensitas sinar UV, tetapi juga mengolah data tersebut untuk memberikan rekomendasi penggunaan *sunscreen* yang sesuai dengan tingkat paparan yang diterima pengguna. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem rekomendasi *sunscreen* adaptif berbasis IoT yang memanfaatkan data intensitas UVA dan UVB aktual sebagai dasar pengambilan keputusan, sehingga diharapkan dapat membantu pengguna dalam menentukan perlindungan kulit yang lebih tepat dan efektif sesuai kondisi paparan sinar UV.

1.2 Kajian Terdahulu

Kajian terdahulu menjadi dasar penting dalam penyusunan penelitian ini. Melalui kajian berbagai sumber dan karya ilmiah sebelumnya, penulis memperoleh acuan dalam merancang serta mengembangkan alat sinar UV. Bagian ini berisi ringkasan penelitian yang relevan sebagai perbandingan dan landasan bagi penelitian yang dilakukan. Tabel 1.1 menunjukkan referensi dari penelitian terdahulu.

Tabel 1.1 Referensi penelitian.

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
1	<i>Self-Sustaining Wearable UV Sensor for Passive and Continous Sun Protection</i>	Chenghong Lin, Yuxin Du, Neel Pendse, Glenn Fernandes, Nabil Alshurafa, Mahdi Pedram	2024
2	level UV pada Sistem Kesehatan Kulit Berbasis Android	Yeli Herlina, Yenniwarti Rafsyam	2024
3	<i>Review of Wearable and Portable Sensors for Personal Solar UV Exposure</i>	Xiyong Huang, Andrew N Chalmers	2021
4	Rancang Bangun Physics Parameter <i>Monitoring System</i> (PPMS) of UV dalam mendedukasi Kanker Kulit	Siti Nala Farihah	2023
5	Rancang Bangun Sistem Sinar <i>Ultra-violet</i> Matahari sebagai Rekomendasi Waktu Aman Berjemur	Aji Maulana	2025

Penelitian Self-Sustaining mengembangkan sensor UV wearable yang dapat digunakan secara terus-menerus untuk memantau paparan sinar UV pada pengguna.

Fokus utama penelitian adalah desain perangkat keras hemat energi dan pemantauan paparan UV personal [8].

Pendekatan level UV mengembangkan sistem UV berbasis Android untuk memberikan informasi tingkat radiasi UV kepada pengguna. Sistem hanya berfokus pada pemantauan level UV dan tidak memberikan rekomendasi sunscreen berdasarkan karakteristik radiasi UVA dan UVB secara terpisah [1].

Pendekatan mengenai review of wearable and portable sensor for merupakan studi literatur yang membahas berbagai teknologi sensor UV portable dan wearable untuk memantau paparan sinar matahari. Penelitian tidak melakukan implementasi sistem maupun pengembangan metode klasifikasi untuk rekomendasi perlindungan kulit [9].

Penelitian rancang bangun PPMS of UV berfokus pada pembangunan sistem UV sebagai media edukasi mengenai risiko kanker kulit akibat paparan ultra-violet. Sistem hanya menampilkan parameter UV dan belum mengintegrasikan metode kecerdasan buatan untuk menghasilkan rekomendasi sunscreen [10].

Penelitian mengenai rekomendasi waktu berjemur bertujuan menentukan waktu aman berjemur berdasarkan intensitas sinar ultra-violet matahari. Fokus penelitian adalah rekomendasi durasi paparan sinar matahari dan tidak membahas rekomendasi penggunaan sunscreen berdasarkan tingkat UVA dan UVB yang diterima pengguna [11].

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian berfokus pada pemantauan intensitas sinar ultra-violet, pengembangan perangkat sensor UV, edukasi kesehatan kulit, dan rekomendasi waktu aman berjemur. Namun, penelitian tersebut belum memanfaatkan kemampuan sensor VEML6075 untuk mengukur UVA dan UVB secara terpisah serta belum mengimplementasikan metode klasifikasi untuk menghasilkan rekomendasi sunscreen yang sesuai dengan tingkat paparan radiasi ultra-violet.

Penelitian ini memiliki kebaruan berupa pengembangan sistem radiasi ultra-violet berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor VEML6075 dan ESP32 yang mampu mengukur nilai UVA dan UVB secara terpisah. Data tersebut kemudian diklasifikasikan menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN)

untuk menghasilkan rekomendasi sunscreen berdasarkan standar PA sebagai perlindungan terhadap UVA dan SPF sebagai perlindungan terhadap UVB. Selain itu, hasil monitoring dan rekomendasi dapat diakses melalui aplikasi Android yang terintegrasi dengan *Firebase Real-time Database*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana rancangan dan implementasi sistem rekomendasi *sunscreen* adaptif berdasarkan intensitas sinar UV berbasis IoT?
2. Bagaimana kinerja dari sistem rekomendasi *sunscreen* adaptif berdasarkan intensitas sinar UV berbasis IoT?

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem rekomendasi *sunscreen* adaptif berdasarkan intensitas sinar UV berbasis IoT.
2. Menganalisis kinerja sistem rekomendasi *sunscreen* adaptif berdasarkan intensitas UV berbasis IoT.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini memberikan manfaat akademis dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi dan sistem sensor, khususnya dalam kajian *sunscreen* cerdas yang mampu memantau paparan sinar UV secara berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur akademik terkait integrasi sensor UV, sistem elektronik berdaya rendah, dan pendekatan komputasi cerdas dalam upaya perlindungan kulit. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan *sunscreen* berbasis teknologi yang lebih efektif, adaptif, dan berorientasi pada peningkatan keselamatan serta kenyamanan pengguna.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memberikan manfaat praktis bagi pengguna melalui pengembangan antarmuka berbasis *web* yang mudah digunakan. Sistem ini dapat berfungsi sebagai alat bantu rekomendasi penggunaan *sunscreen* yang sesuai dengan intensitas UV untuk perlindungan kulit.

1.5 Batasan Masalah

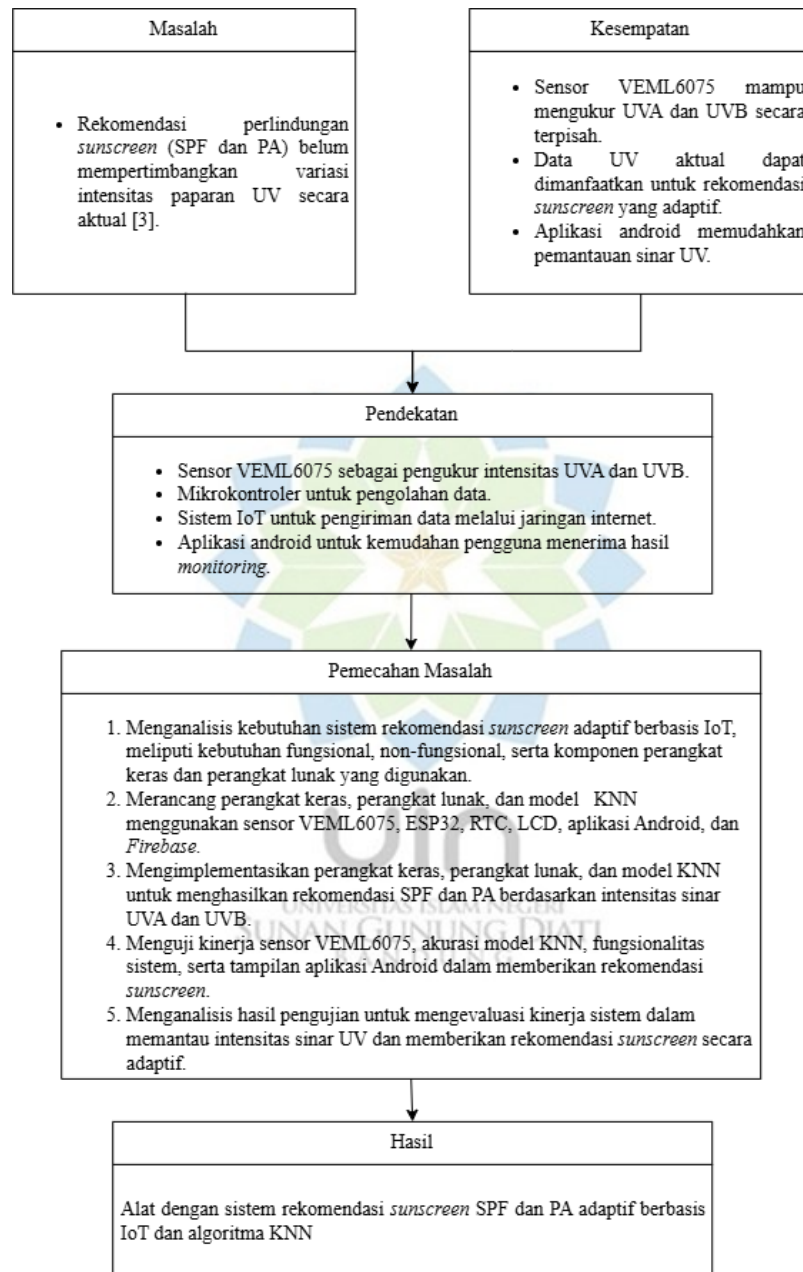
Agar penelitian lebih terarah, proposal ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada perancangan, implementasi dan pengujian sistem rekomendasi *sunscreen* adaptif pada sistem perlindungan terhadap paparan sinar matahari.
2. Radiasi yang dianalisis hanya meliputi sinar UVA dan UVB, sesuai dengan karakteristik dan keterbatasan sensor VEML6075 yang digunakan.
3. Sistem pemrosesan data menggunakan mikrokontroler jenis ESP32 dengan metode pengolahan data dasar untuk mengonversi nilai intensitas UV menjadi indikator tingkat paparan dengan penerapan algoritma pembelajaran mesin model *K-Nearest Neighbor* (KNN).
4. Penelitian ini tidak membahas formulasi kimia, efektivitas klinis, maupun uji dermatologis *sunscreen*, sehingga evaluasi difokuskan pada kinerja teknis sistem sensor dan perangkat elektronik.
5. Perangkat yang dikembangkan merupakan prototipe yang dibangun dalam skala unit untuk membuktikan konsep sistem, sehingga belum mencakup pengujian pada skala produksi massal maupun multi-unit.

1.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini menggambarkan alur logis dalam proses perancangan, pengembangan alat *monitoring* sinar UV dan sistem rekomendasi *sunscreen* untuk perlindungan kulit. Dimulai dari identifikasi masalah yang ada di masyarakat, dilanjutkan dengan studi literatur sebagai dasar teori, kemudian perancangan sistem dan implementasi alat secara nyata. Selanjutnya dilakukan

pengujian serta analisis untuk menilai kinerja alat, hingga akhirnya diperoleh kesimpulan dan evaluasi sebagai hasil akhir penelitian. Prosedur kerangka berpikir pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi setiap bab yang dibahas dalam penelitian.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, kajian penelitian terdahulu, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka berfikir serta sistematika penulisan. Bab ini menjadi dasar dalam menjelaskan alasan dan arah penelitian yang dilakukan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini berisikan landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep *Internet of Things* (IoT), sinar *ultra-violet*, *sunscreen*, sensor VEML6075, ESP32, komunikasi I2C, RTC DS3231, LCD I2C, *firebase*, android studio, algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN), *euclidean distance*, serta metrik evaluasi model yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan dan pengembangan sistem.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian yang digunakan, meliputi studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, serta analisis hasil.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini membahas proses perancangan dan implementasi sistem, meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), serta implementasi model KNN. Selain itu, dijelaskan integrasi seluruh komponen sistem hingga terbentuk sistem rekomendasi *sunscreen* adaptif berbasis IoT.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menyajikan hasil pengujian dan analisis terhadap sistem yang telah dikembangkan. Pengujian meliputi kinerja sensor VEML6075, performa model KNN, pengujian rekomendasi *sunscreen* pada berbagai kondisi paparan sinar UV, pengujian fungsional menggunakan metode *black box*, serta pengujian tingkat usability menggunakan *System usability scale* (SUS). Hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja dan keandalan sistem.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis sistem. Selain itu, bab ini juga memuat saran

yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian maupun penyempurnaan sistem pada penelitian selanjutnya.

