Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534

Perancangan Helm Pintar dengan Fitur Keselamatan Deteksi Kantuk Berbasis NodeMCU dan Accelerometer MPU6050

Amelia Julianti, Irma Salamah*, Emilia Hesti

Teknik Telekomunikasi, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia
Email: 062040352207@student.polsri.ac.id, irma.salamah@yahoo.com, emiliahesti@ymail.com
Email Penulis Korespondensi: irma.salamah@yahoo.com
Submitted: **10/07/2024**; Accepted: **30/09/2024**; Published**: 02/10/2024**

Abstrak−Keselamatan berkendara menjadi fokus utama mengingat tingginya jumlah kecelakaan akibat pengemudi mengantuk. Artikel ini membahas perancangan helm pintar yang mendeteksi kantuk untuk meningkatkan keselamatan pengendara. Helm pintar mengintegrasikan teknologi dengan deteksi kantuk untuk mengurangi risiko kecelakaan dan memberikan pengalaman berkendara yang lebih aman. Sistem menggunakan NodeMCU dan Accelerometer MPU6050 untuk memonitor gerakan kepala, mengaktifkan alarm jika kepala bergerak lebih dari 5 derajat, yang mengindikasikan kantuk atau hilang fokus. Diharapkan risiko kecelakaan karena mengantuk dapat berkurang signifikan dengan pendekatan ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi gerakan kepala yang tidak biasa dengan efektif dan memberikan respons alarm yang cepat, sehingga meningkatkan keselamatan berkendara seperti yang diharapkan. Dalam konteks pengukuran ini, nilai eror yang lebih rendah, yakni 0.70% dan 1.18%, menunjukkan bahwa sensor MPU6050 memberikan hasil yang lebih akurat dalam mengukur sudut terhadap sudut referensi yang diberikan. Hasil pengukuran sudut antara referensi dan sensor MPU6050 menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh dari sensor tidak jauh berbeda dengan sudut referensi. Meskipun terdapat sedikit perbedaan, akurasi MPU6050 tetap dapat diandalkan untuk keperluan praktis, menunjukkan kinerja yang konsisten dan mendekati nilai sebenarnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sensor MPU6050 mampu memberikan hasil yang cukup presisi, sehingga dapat digunakan sebagai alat pengukur sudut yang efektif dalam berbagai aplikasi. Integrasi sensor ini ke dalam helm pintar memungkinkan deteksi dini tanda-tanda kantuk, yang kemudian dapat mengaktifkan peringatan otomatis untuk meningkatkan keselamatan pengemudi. Hasil pengujian juga menunjukkan kemampuan helm dalam memantau dan mengirim data secara real-time ke ThingSpeak, memberikan visualisasi yang mudah dipahami, penyimpanan data historis, dan notifikasi otomatis ketika tanda-tanda kantuk terdeteksi.

Kata Kunci: Helm Pintar; Deteksi Kantuk; NodeMCU; Accelerometer MPU6050; Keselamatan Berkendara

Abstract−Driving safety is a major focus given the high number of accidents caused by drowsy drivers. This article discusses the design of a smart helmet that detects drowsiness to improve rider safety. The smart helmet integrates technology with drowsiness detection to reduce the risk of accidents and provide a safer driving experience. The system uses NodeMCU and MPU6050 Accelerometer to monitor head movement, activating an alarm if the head moves more than 5 degrees, which indicates drowsiness or loss of focus. It is expected that the risk of accidents due to drowsiness can be significantly reduced with this approach. The test results show that the system is able to effectively detect unusual head movements and provide a quick alarm response, thus improving driving safety as expected. In the context of this measurement, the lower error values of 0.70% and 1.18% indicate that the MPU6050 sensor provides more accurate results in measuring the angle against a given reference angle. The angle measurement results between the reference and the MPU6050 sensor show that the value obtained from the sensor is not much different from the reference angle. Although there is a slight difference, the accuracy of the MPU6050 is still reliable for practical purposes, showing consistent performance and close to the actual value. This indicates that the MPU6050 sensor is capable of providing quite precise results, so it can be used as an effective angle measuring device in various applications. The integration of this sensor into smart helmets enables early detection of signs of drowsiness, which can then activate automatic alerts to improve driver safety. Test results also demonstrated the helmet's ability to monitor and send real-time data to ThingSpeak, providing easy-to-understand visualizations, historical data storage, and automatic notifications when signs of drowsiness are detected.

Keywords: Smart Helmet; Drowsiness Detection; NodeMCU; Accelerometer MPU6050; Safety Driving

1. PENDAHULUAN

Sepanjang tahun 2023, tercatat sebanyak 148.307 kecelakaan lalu lintas di seluruh Indonesia. Dari jumlah tersebut, sepeda motor menjadi penyumbang terbesar dengan 138.075 kecelakaan, mencakup sekitar 70,5% dari total kecelakaan yang terjadi sepanjang tahun tersebut [1]. Banyak kecelakaan lalu lintas yang terjadi akibat pengemudi mengantuk atau kehilangan konsentrasi saat berkendara, khususnya saat perjalanan jarak jauh yang melalui jalan stagnan. Tak jarang juga kecelakaan tersebut berujung fatalitas hingga menghilangkan banyak nyawa [2].

Microsleep adalah kondisi dimana sangat lelah hingga tiba-tiba tertidur dalam waktu singkat saat beraktivitas, termasuk berkendara [3]. Dalam studi menyebutkan mengidentifikasi rasa kantuk saat mengemudi, yang disertai dengan munculnya kebiasaan yang berkembang seperti menguap, sering berkedip, dan perubahan posisi yang teratur. Dalam keadaan normal, rata-rata mata berkedip 15 hingga 20 kali per menit. pengemudi berkedip 20% lebih sering dari biasanya saat merasa mengantuk [4].

Mengenakan helm dapat menyelamatkan nyawa pengemudi secara signifikan [5]. Pemerintah melalui Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan pasal 106 ayat 8 menyebutkan Setiap orang yang mengemudikan sepeda motor dan penumpang sepeda motor wajib mengenakan helm yang memenuhi standar nasional Indonesia. Tidak hanya sebatas tentang regulasi penggunaan helm bagi pengendara sepeda motor, peraturan peraturan megenai upaya mencegah kecelakan lalu lintas juga dituangkan pada pasal 283 menyatakan bahwa siapapun yang mengendarai kendaraan bermotor di jalan dalam konsisi mengantuk akan dikenakan

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1201
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534

sanksi. Peraturan ini dibuat oleh pemerintah untuk memberikan sanksi kepada pengendara demi keselamatan dirinya. Sebagian masyarakat masih belum menyadari urgensi menggunakan helm standar dengan benar [6]. Hal ini dibutuhkan kesadaran masing-masing pengendara demi keselamatan bersama.

Internet of Things (IoT) adalah gagasan yang memungkinkan perangkat jaringan internal dan aplikasi berkomunikasi satu sama lain. Dalam IoT, objek fisik atau "benda" dapat berkomunikasi melalui Internet [7]. Konsep IoT dimulai dengan benda-benda yang diklasifikasikan sebagai perangkat komunikasi identitas. *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pelacakan, pengendalian, dan pemantauan perangkat berbasis GPS, komunikasi antara mesin, konektivitas mobil, serta interaksi antara perangkat yang dapat dipakai dan perangkat pribadi, yang merupakan bagian dari revolusi industri 4.0 [8]. Kini semakin banyak perangkat yang mendukung aplikasi IoT, salah satunya adalah *ThingSpeak*. *ThingSpeak* adalah layanan internet yang menyediakan platform untuk aplikasi IoT. Layanan ini menyertakan aplikasi dan API sumber terbuka yang memungkinkan penyimpanan dan pengambilan data dari berbagai perangkat menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) melalui internet atau LAN (*Local Area Network*). ThingSpeak dapat digunakan untuk membuat aplikasi jejaring sosial untuk berbagai perangkat yang terhubung ke internet, menyediakan pencatatan data sensor, pelacakan lokasi, dan pembaruan status [9]. Helm pintar terhubung secara mulus ke ekosistem IoT yang lebih luas, memungkinkan pemantauan dan pelacakan jarak jauh. Jika terjadi kecelakaan, helm secara otomatis mengaktifkan tindakan darurat dan memberi tahu pihak berwenang atau kontak tertentu. Selain itu, konektivitas IoT memfasilitasi pembaruan firmware, memastikan helm Anda selalu terkini dengan teknologi keselamatan terkini [10].

Penelitian tentang memanfaatkan *Internet of Things* untuk helm pintar sudah banyak dilakukan, diantaranya adalah Purwono Prasetyawan, dkk dalam rancang bangun helm pintar berbasis *Internet of Things* menggunakan Firebase dan NodeMCU [11]. *Smart Helmet* sebagai *Driving Safety* menggunakan Arduino juga pernah dilakukan oleh penelitian Sri Kusumastuti, dkk [12]. Selanjutnya, penelitian mengenai analisis dan desain menggunakan *Internet of Things* berdasarkan Helm Pintar juga sudah pernah dilakukan oleh Mrs. G. Rajitha, dkk[13]. Penelitian sebelumnya menggunakan giroskop untuk mendeteksi keseimbangan dan memberikan notifikasi suara serta pengatur waktu kepada pengendara sepeda motor yang mengantuk. Giroskop adalah perangkat yang dipasang pada sebuah frame dan dapat merasakan kecepatan sudut jika frame tersebut berputar [14].

Untuk itu, penulis ingin mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi dan memberikan peringatan terhadap keadaan mengantuk. Fokus penelitian ini adalah menciptakan perangkat yang menggunakan sensor giroskop untuk mendeteksi tingkat kantuk pada pengendara sepeda motor dan memberikan peringatan melalui speaker DF-Player dengan tingkat volume yang sesuai dengan tingkat kantuk pada pengendara. Perangkat ini akan dipasang pada helm sepeda motor karena analisis gerakan kepala menjadi input utama dari sistem tersebut. *Speaker* bertindak sebagai aktuator untuk *accelerometer* ketika mendeteksi kantuk berdasarkan sudut kemiringan yang telah ditentukan, menunjukkan bahwa pengendara mengantuk[15]. *Output* mencakup pengukuran tanda-tanda vital pengguna secara *real time* khususnya sudut rotasi kepala yang terpasang pada helm [16]. Selain itu, sensor GY-521 MPU-6050 dapat digunakan untuk mengukur berbagai jenis getaran, termasuk getaran pada kendaraan, gedung, dan mesin. Selain itu, sensor ini mampu mengukur getaran di dalam bumi, getaran mesin, serta mengukur jarak dan kecepatan dinamis, baik dengan maupun tanpa pengaruh gravitasi [17]. Perbedaan utama dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah bahwa volume peringatan dari helm akan bertambah besar seiring dengan semakin jauhnya anggukkan kepala, dan hasil pengukuran ini juga akan langsung masuk ke ThingSpeak untuk pemantauan *real-time*. Selain itu, pendekatan baru dalam memberikan peringatan yang lebih dinamis dan responsif sesuai dengan tingkat kantuk pengendara, serta kemampuan untuk memantau dan menganalisis data secara *real-time* melalui ThingSpeak, yang memungkinkan untuk pengawasan yang lebih efektif dan pengambilan keputusan yang lebih cepat terkait keselamatan berkendara.

Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap kepatuhan pada aturan lalu lintas dapat didukung oleh penggunaan helm pintar yang memiliki berbagai fungsi, seperti mengingatkan pengguna untuk memakai helm dan tidak mengemudi saat lelah, mengantuk, atau dalam keadaan mabuk. Tujuannya adalah untuk mencegah atau mengurangi tingkat kecelakaan yang lebih tinggi. Penerapan teknologi IoT dapat membantu dalam hal ini, dengan berbagai entitas terhubung satu sama lain.

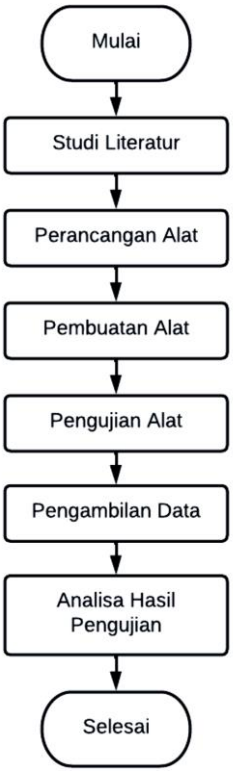
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian berfungsi untuk menggambarkan secara menyeluruh hubungan antara berbagai konsep penelitian yang akan dilakukan, menciptakan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur. Setiap tahapan dalam penelitian ini dirancang dan dihubungkan secara logis satu sama lain, memastikan bahwa setiap langkah yang diambil saling mendukung dan memberikan landasan yang kuat bagi tahap berikutnya. Dengan cara ini, keselarasan dan konsistensi dari awal hingga akhir proses penelitian dapat terjaga dengan baik. Tahapan penelitian menggambarkan hubungan antara berbagai konsep penelitian yang akan dilakukan. Dalam penelitian ini, setiap tahapan dihubungkan secara logis untuk memastikan keselarasan dan konsistensi dari awal hingga akhir proses penelitian. Pada gambar 1 di bawah adalah tahapan penelitian yang berisi tahapan-tahapan untuk memudahkan pelaksanaan penelitian guna mencapai hasil yang diinginkan.

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1202
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Studi literatur merupakan serangkaian kegiatan yang mencakup metode pengumpulan data dari berbagai sumber pustaka, membaca dan mencatat informasi penting, serta mengelola bahan penelitian yang relevan [18]. Pada tahap ini, dilakukan kajian pengumpulan data dengan menelusuri berbagai sumber penelitian sebelumnya, baik dari buku, jurnal, maupun internet, sehingga memungkinkan pembaruan terhadap alat yang dibuat berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya. Tahap ini sangat penting karena menyediakan landasan teori yang kuat dan memungkinkan peneliti untuk memahami perkembangan terbaru dalam bidang yang relevan. Perancangan alat atau perangkat keras kemudian digambarkan dalam bentuk blok diagram yang mendukung pembuatan alat, memastikan setiap komponen dan koneksi jelas sebelum perakitan. Blok diagram ini tidak hanya membantu dalam merencanakan tata letak komponen tetapi juga dalam mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin timbul selama proses perakitan. Pembuatan alat atau perangkat keras menggunakan sensor giroskop, sensor detak jantung, NodeMCU, baterai litium, dan panel surya, semuanya dirangkai dengan hati-hati untuk memastikan fungsionalitas dan efisiensi. Komponen-komponen ini dipilih berdasarkan kemampuan mereka untuk memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan, serta kompatibilitas mereka satu sama lain. Setelah pembuatan, pengujian alat atau perangkat keras dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Pengujian ini melibatkan serangkaian tes yang dirancang untuk menilai kinerja alat dalam berbagai kondisi operasional. Pengambilan data dilakukan saat semua data yang telah terbaca dari alat dihasilkan, ini penting untuk memastikan akurasi dan konsistensi hasil. Data yang diambil meliputi berbagai parameter yang telah ditetapkan sebelumnya dan dianalisis untuk menilai kinerja keseluruhan alat. Analisis dalam setiap tahapan mencakup evaluasi terhadap keakuratan data, konsistensi kinerja, serta identifikasi area yang memerlukan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut. Hal ini penting agar hasil penelitian dapat dipercaya dan relevan, serta mampu menjawab tujuan penelitian secara komprehensif, tanpa ada tahapan yang terlewatkan atau tidak terhubung dengan baik. Setelah seluruh proses selesai, hasil penelitian akan diolah dan disusun ke dalam laporan yang jelas dan terperinci, yang memberikan rekomendasi serta arah untuk pengembangan penelitian di masa depan.

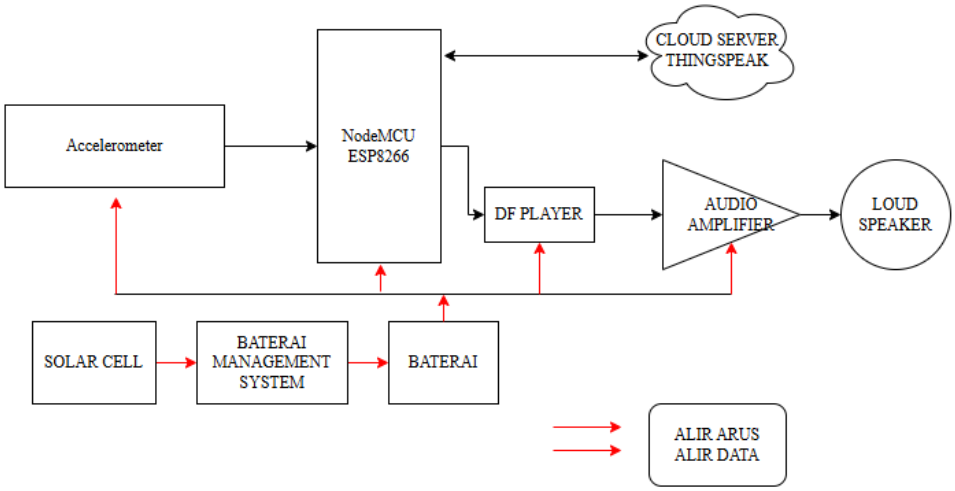
2.2 Diagram Blok

Diagram blok sistem adalah aliran dalam sistem kerja alat dengan berbagai fungsi dan garis yang mewakili hubungan blok [19]. Dengan memahami diagram blok dari sebuah penelitian mampu membantu peneliti untuk memahami cara kerja semua komponen yang digunakan. Berdasarkan gambar 2, aliran sistem yang digunakan pada diagram blok di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing komponen yang digunakan secara lebih rinci. Perancangan helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan Accelerometer MPU6050 terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor MPU6050, NodeMCU (ESP8266), sistem pemrosesan data, sistem output, dan sumber daya. Sensor MPU6050 bertugas untuk mengukur rotasi dan percepatan kepala pengendara, mendeteksi perubahan orientasi yang menunjukkan tanda-tanda kantuk. Sensor ini memiliki akurasi tinggi dalam mengukur sudut X dan Y,

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1203
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534

memungkinkan pendeteksian perubahan kecil dalam posisi kepala pengendara. NodeMCU kemudian mengumpulkan dan mengolah data dari sensor ini untuk mendeteksi kantuk berdasarkan ambang batas yang telah ditetapkan sebelumnya. Sistem pemrosesan data yang ada di NodeMCU menentukan apakah pengendara menunjukkan tanda-tanda kantuk dan, jika iya, memberikan peringatan melalui speaker DF-Player. Volume peringatan ini meningkat seiring bertambahnya frekuensi dan besarnya anggukan kepala pengendara, memberikan peringatan yang lebih intensif jika kondisi kantuk semakin parah. Hal ini memastikan bahwa pengendara segera menyadari kondisi kantuknya dan dapat mengambil tindakan pencegahan. Adapun perancangan pengerjaan sistem ini dapat diuraikan melalui blok diagram sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Blok

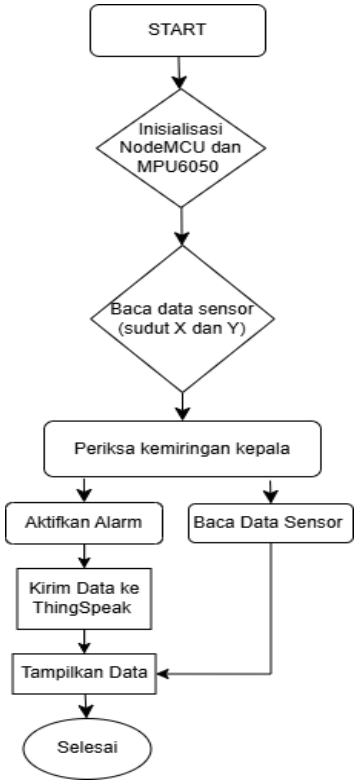
Selain itu, platform IoT ThingSpeak menerima dan menyimpan data yang dikirim dari NodeMCU, memungkinkan pemantauan data secara real-time melalui aplikasi mobile atau dashboard web. Hal ini memungkinkan pengendara atau pihak lain yang bertanggung jawab untuk memantau kondisi kantuk pengendara secara terus-menerus. Dengan ThingSpeak, data historis juga dapat dianalisis untuk memahami pola kantuk dan mengidentifikasi waktu atau kondisi tertentu yang meningkatkan risiko kantuk. Sumber daya helm pintar terdiri dari baterai yang dapat diisi ulang dan panel surya untuk operasi jangka panjang, memastikan helm tetap berfungsi tanpa sering memerlukan pengisian daya. Baterai yang dapat diisi ulang memberikan fleksibilitas dan keberlanjutan, sedangkan panel surya menambah lapisan efisiensi energi, terutama selama perjalanan panjang di siang hari.
Dengan demikian, sistem helm pintar ini dirancang untuk bekerja secara terpadu dengan tujuan utama mengumpulkan, mengolah, dan memberikan peringatan secara real-time, serta memantau data gerakan kepala pengendara demi meningkatkan keselamatan berkendara secara signifikan. Setiap komponen di dalam sistem, mulai dari sensor detak jantung, giroskop, hingga algoritma fuzzy logic, bekerja bersama-sama dalam sebuah mekanisme yang terintegrasi. Mereka saling mendukung untuk memastikan bahwa setiap gerakan kepala yang menunjukkan tanda-tanda kantuk atau kelelahan dapat terdeteksi secara akurat dan cepat. Peringatan dini ini memungkinkan pengendara untuk mengambil tindakan preventif yang dapat mengurangi risiko kecelakaan. Selain itu, tidak hanya memberikan peringatan secara instan, tetapi sistem ini juga memiliki kemampuan untuk terus memantau dan menganalisis data yang dikumpulkan secara berkelanjutan, memungkinkan evaluasi yang lebih dalam untuk peningkatan dan pengembangan sistem di masa mendatang. Hal ini memungkinkan penyesuaian ambang batas deteksi kantuk dan perbaikan algoritma berdasarkan pola data yang muncul. Integrasi menyeluruh dari berbagai komponen perangkat keras dan perangkat lunak memastikan bahwa helm pintar ini mampu berfungsi optimal di berbagai kondisi lingkungan maupun situasi berkendara.

2.3 Flowchart Skema Rangkaian

Flowchart berfungsi sebagai alat penting untuk memberikan representasi visual yang jelas dan terstruktur dari suatu proses atau sistem, sehingga memudahkan pemahaman secara menyeluruh tentang bagaimana langkah-langkah atau alur kerja berjalan. Dengan menggunakan flowchart, setiap tahapan dalam suatu proses dapat dilihat dengan lebih jelas, sehingga mempermudah identifikasi komponen kunci, memperbaiki komunikasi antara tim, serta memungkinkan analisis yang lebih mendalam dan efisien terhadap setiap langkah yang terlibat dalam alur tersebut. Pada proyek helm pintar ini, alir kerja dirancang untuk menunjukkan bagaimana sistem deteksi kantuk dan monitoring detak jantung beroperasi secara keseluruhan. Setiap komponen dan proses yang terlibat dalam implementasi helm pintar memberikan gambaran menyeluruh tentang interaksi komponen dan aliran data yang terjadi dalam sistem helm pintar akan dijelaskan secara rinci melalui flowchart yang ditampilkan pada gambar 3 di bawah ini.

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1204
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534



Gambar 3. Flow Chart Skema rangkaian NodeMCU dan Accelerometer MPU6050 Skema rangkaian NodeMCU dan Accelerometer MPU6050

Flowchart perancangan helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan *Accelerometer* MPU6050 dimulai dengan proses inisialisasi perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk konfigurasi NodeMCU dan sensor MPU6050. Langkah pertama ini sangat penting karena memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan benar dan siap untuk melakukan tugas-tugas yang diperlukan. Setelah inisialisasi selesai, sistem masuk ke dalam loop utama, di mana data sudut X dan Y dari sensor MPU6050 dibaca secara terus-menerus. Pembacaan data ini dilakukan dengan frekuensi tinggi untuk memastikan bahwa perubahan kecil dalam posisi kepala dapat dideteksi dengan akurat. Data ini kemudian diproses untuk mendeteksi perubahan signifikan dalam posisi kepala yang dapat mengindikasikan tanda-tanda kantuk. Proses ini melibatkan penghitungan perubahan sudut kepala dan membandingkannya dengan ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya. Ambang batas ini ditetapkan berdasarkan penelitian sebelumnya dan eksperimen yang menunjukkan sudut tertentu yang sering terkait dengan kondisi kantuk.

Jika perubahan sudut melebihi ambang batas ini, sistem akan mengaktifkan alarm untuk memperingatkan pengendara tentang kondisi kantuk yang berpotensi berbahaya. Alarm ini dirancang untuk menarik perhatian pengendara secara efektif, sehingga mereka dapat mengambil tindakan yang diperlukan untuk menghindari kecelakaan. Selain itu, data yang dikumpulkan juga dikirimkan ke platform ThingSpeak melalui koneksi internet untuk pemantauan dan analisis lebih lanjut secara *real-time*. Dengan demikian, pengguna dapat memantau data historis dan pola kantuk selama berkendara. Proses ini berulang terus-menerus, memastikan bahwa helm pintar dapat secara efektif mendeteksi kantuk dan memberikan peringatan yang diperlukan untuk meningkatkan keselamatan pengendara. Alur kerja ini tidak hanya memastikan respons cepat terhadap tanda-tanda kantuk tetapi juga memungkinkan analisis data yang komprehensif untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut dari sistem. Dengan kemampuan untuk menyimpan dan menganalisis data, sistem ini dapat terus ditingkatkan untuk memberikan deteksi yang lebih akurat dan respons yang lebih cepat, memastikan bahwa pengendara selalu mendapatkan peringatan yang tepat waktu dan relevan.

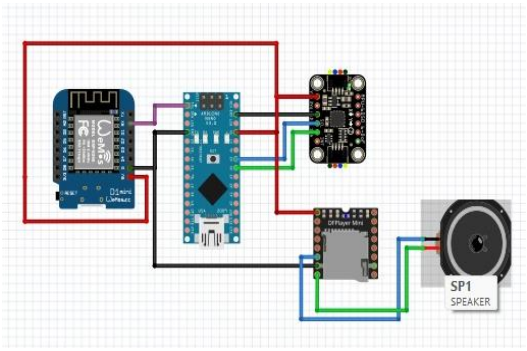
2.4 Perancangan Elektronik

Berdasarkan gambar 4 mengenai skema rangkaian dapat dijelaskan bahwa komponen yang digunakan adalah sensor NodeMCU dan Accelerometer MPU6050 sebagai input dan menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler untuk memproses sinyal input. Sensor MPU6050 dihubungkan dengan sumber daya 5V dan kabel data, yang memungkinkan mereka untuk berkomunikasi dengan sistem. *Accelerometer* MPU6050 menggunakan protokol I2C. Accelerometer terhubung ke pin A4 dan A5 pada mikrokontroler Nano. Sistem ini menggunakan dua mikrokontroler, Nano dan ESP8266, untuk memastikan perangkat beroperasi secara *real-time*, selalu siaga untuk membaca kemungkinan risiko

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1205
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534

kantuk pada pengendara. Mikrokontroler Nano memproses data sensor dan mengirimkan data yang telah diproses melalui pin TX ke pin RX pada ESP8266. Skema rangkaian helm pintar digambarkan pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Skema rangkaian Helm Pintar

Accelerometer adalah perangkat elektromekanis yang terdiri dari komponen seperti lubang, rongga, pegas, dan saluran yang dibuat menggunakan teknologi mikrofabrikasi. *Accelerometer* dibuat melalui proses wafer berlapis-lapis dan mengukur gaya akselerasi dengan mendeteksi perpindahan massa relatif terhadap elektroda tetap. Tugas ESP8266 adalah meneruskan data informasi yang diterima dari Nano ke *cloud*, yang pada akhirnya menuju ke *ThingSpeak*. Blok output berupa indikator suara musik, yang dihasilkan oleh *DFPlayer* yang membutuhkan suplai 5V dan komunikasi data. Protokol komunikasi antara Nano dan *DFPlayer* menggunakan komunikasi serial asinkron melalui pin TX dan RX. Mikrokontroler menggunakan ESP8266 sebagai pengontrol dan komponen konektivitas ini juga berperan sebagai penerima sinyal Wi-Fi untuk mengakses internet [20].

Proses pengendalian output dari DFPlayer yaitu nilai kemiringan driver untuk memberikan respon yang bervariasi berupa suara yang dimainkan sebagai penanda (speaker). *DFPlayer* adalah komponen yang digunakan untuk memutar file MP3 melalui komunikasi USART [21]. Semakin tinggi risiko kantuk yang terdeteksi berdasarkan kemiringan helm, maka semakin keras pula level suara pada speaker. Blok suplai terdiri dari sel surya, pengontrol pengisian daya baterai (BMS), dan baterai lithium yang menyimpan energi listrik dari sel surya. Energi yang tersimpan digunakan untuk memasok seluruh rangkaian, memastikan sistem berfungsi secara efisien dan berkelanjutan. Setelah menyelesaikan pemrosesan data dan pengambilan keputusan, sistem siap untuk memulai siklus berikutnya.

2.5 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan Accelerometer MPU6050 melibatkan proses integrasi yang cermat dari berbagai komponen elektronik ke dalam struktur helm standar, tanpa mengorbankan kenyamanan dan keamanan pengguna. Langkah pertama yang dilakukan adalah memilih helm dengan ukuran yang cukup besar dan ergonomis untuk menampung perangkat tambahan, seperti sensor, pengontrol, baterai, dan panel surya, sambil tetap memastikan kenyamanan pemakaian bagi pengguna. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini, sensor MPU6050 ditempatkan di bagian atas kepala, di dalam lapisan busa helm, untuk menjaga stabilitas sensor dan memberikan pengukuran yang akurat terhadap perubahan posisi kepala. NodeMCU, yang bertindak sebagai pengontrol utama dari seluruh sistem, juga ditempatkan di bagian atas kepala, tersembunyi dalam busa helm, sehingga memudahkan pengaturan kabel yang efisien dari sensor ke sumber daya tanpa mengganggu estetika dan kenyamanan helm. Selain itu, speaker dipasang dengan rapi di sekitar area telinga, memberikan peringatan suara yang jelas dan mudah didengar oleh pengguna saat sistem mendeteksi tanda-tanda kantuk.

Gambar 5. Perancangan Helm Pintar

Untuk memastikan ketersediaan daya yang berkelanjutan, baterai litium yang digunakan ditempatkan di dalam helm, namun di luar busa utama untuk menjaga ruang dan keseimbangan helm secara keseluruhan. Panel surya dipasang di bagian luar, tepatnya di bagian atas helm, untuk memaksimalkan penyerapan energi matahari, memberikan sumber daya tambahan yang dapat memperpanjang masa operasional helm selama digunakan. Semua komponen ini

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1206
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534

dirakit dengan sangat hati-hati, memperhatikan ketahanan terhadap getaran dan benturan yang mungkin terjadi selama pemakaian, serta memastikan kabel dan komponen elektronik terlindungi dari kelembaban dan benturan yang berpotensi merusak sistem. Setelah seluruh komponen dipasang, helm melalui serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi dengan baik, dan data yang dihasilkan akurat, terutama dalam mendeteksi perubahan posisi kepala yang menjadi indikator kantuk. Perancangan ini secara keseluruhan memastikan bahwa helm tidak hanya memberikan kenyamanan bagi pengguna, tetapi juga menghadirkan fungsi tambahan berupa deteksi kantuk dan peringatan waktu nyata yang dapat meningkatkan keselamatan berkendara secara signifikan. Desain mekanik ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan dan kenyamanan helm dengan memperhatikan distribusi bobot komponen elektronik. Selain itu, struktur helm juga dirancang tahan lama dan mampu melindungi komponen internal dari benturan atau kerusakan selama penggunaan sehari-hari. Melalui perancangan yang menyeluruh ini, helm pintar tidak hanya fungsional dan efektif dalam mendeteksi kantuk, tetapi juga tetap nyaman dan aman digunakan dalam berbagai kondisi berkendara, memberikan solusi yang andal untuk keselamatan pengguna di jalan raya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor adalah pernyataan yang menggambarkan sensor terhadap nilai sebenarnya atau referensi yang diketahui. Biasanya dinyatakan dalam bentuk presentase eror dan selisi antara nilai yang diukur dengan nilai yang sebenarnya. Untuk penelitian ini, nilai sebenarnya menggunakan mistar busur dengan MPU6050. Pengujian data sensor ini dilakukan bertujuan untuk membandingkan seberapa jauh hasil sudut yang dihasilkan dengan MPU6050 dengan sudut referensi baik nilai X dan Y.

Tabel 1. Hasil Sudut Referensi dan MPU6050

Sudut Referensi (derajat)	MPU6050 (derajat)		Selisih (derajat)		Eror (%)	
	X	Y	X	Y	X	Y
10	10.11	10.58	0.11	0.58	1.10	5.8
20	20.11	20.22	0.11	0.22	0.55	1.1
30	30.29	30.22	0.29	0.22	0.97	0.73
40	40.23	40.19	0.23	0.19	0.58	0.475
50	50.56	50.40	0.56	0.40	1.12	0.8
60	60.17	60.55	0.17	0.55	0.28	0.92
70	70.68	70.20	0.68	0.20	0.97	0.286
80	80.13	80.14	0.13	0.14	0.16	0.175
90	90.49	90.38	0.49	0.38	0.54	0.422
Total					6.27	10.71
Average					0.70	1.18

Eror seperti yang tercatat dalam tabel 1 menunjukkan seberapa jauh nilai yang diukur oleh MPU6050 dari nilai sebenarnya atau nilai referensi yang seharusnya. Semakin rendah nilai eror, semakin kecil perbedaan antara nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya. Dalam konteks pengukuran ini, nilai eror yang lebih rendah yakni 0.70 % dan 1.18% yang menunjukkan bahwa sensor MPU6050 memberikan hasil yang lebih akurat dalam mengukur sudut terhadap sudut referensi yang diberikan. Hasil pengukuran sudut antara referensi dan sensor MPU6050 menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh dari sensor tidak jauh berbeda dengan sudut referensi. Meskipun terdapat sedikit perbedaan, akurasi MPU6050 tetap dapat diandalkan untuk keperluan praktis, menunjukkan kinerja yang konsisten dan mendekati nilai sebenarnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sensor MPU6050 mampu memberikan hasil yang cukup presisi, sehingga dapat digunakan sebagai alat pengukur sudut yang efektif dalam berbagai aplikasi.

3.1 Pengujian Alat

Pengujian alat merupakan tahap krusial dalam proses pengembangan helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan Accelerometer MPU6050. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen dan sistem bekerja sesuai dengan desain dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Proses pengujian dilakukan secara menyeluruh, mulai dari verifikasi fungsionalitas sensor, pengujian perangkat lunak, hingga pemantauan performa keseluruhan sistem dalam kondisi nyata. Dalam pengujian ini, berbagai aspek penting seperti akurasi sensor, respon waktu, kestabilan sistem, dan daya tahan perangkat diuji untuk memastikan alat ini mampu memberikan kinerja yang optimal dan andal dalam mendeteksi kondisi kantuk pengendara.

Setelah melalui serangkaian uji coba dan analisis, alat yang dirancang, yaitu helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan Accelerometer MPU6050, menunjukkan kinerja yang sangat

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1207
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534

memuaskan. Sensor MPU6050 memiliki akurasi tinggi dalam mengukur kemiringan kepala, dengan rata-rata eror sebesar 0.6487% pada sumbu X dan 1.2183% pada sumbu Y.

Gambar 6. Peneliti menggunakan helm ke arah atas

Gambar 7. Peneliti menggunakan helm ke arah bawah

Berdasarkan gambar 6 dan 7 di atas, peneliti menggunakan helm dengan menggerakkan kepala keluar dari sudut normal. Pada aplikasi Arduino IDE didapatkan hasil total 65.32 dan 77.92, di mana hasil total merupakan besar volume dari musik yang diinput menggunakan DF-Player. Lagu yang digunakan peneliti adalah "*Kill This Love*" dari *BlackPink*. Alat ini mampu mendeteksi kondisi kantuk secara *real-time* melalui analisis perubahan sudut kemiringan kepala pengendara, memberikan peringatan tepat waktu untuk mencegah kecelakaan akibat kantuk. Desain perangkat keras yang menggunakan NodeMCU, baterai litium, dan panel surya memastikan alat ini portabel dan memiliki daya tahan yang baik. Selain itu, pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat dioperasikan dengan stabil dalam berbagai kondisi lingkungan. Helm pintar ini tidak hanya memberikan solusi keselamatan yang efektif tetapi juga menawarkan kemudahan dan keandalan dalam penggunaan sehari-hari, memastikan pengendara tetap waspada dan aman selama perjalanan. Integrasi dengan platform ThingSpeak memungkinkan pemantauan data secara *real-time* memberikan visualisasi yang jelas dan mudah dipahami dari data sudut kemiringan kepala, serta menyediakan penyimpanan data historis dan notifikasi otomatis ketika tanda-tanda kantuk terdeteksi. Dengan fitur ini, pengendara dapat mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan sebelum terjadi hal-hal yang tidak diinginkan di jalan.

Setelah melalui serangkaian uji coba dan analisi, alat yang dirancang, yaitu helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan Accelerometer MPU6050, menunjukkan kinerja yang sangat memuaskan. Sensor MPU6050 yang sangat memuaskan. Sensor MPU6050 memiliki akurasi tinggi dalam mengukur kemiringan kepala, dengan rata-rata eror sebesar 0.6487% pada sumbu X dan 1.2183% pada sumbu Y.

3.2 Pengujian Seluruh Sistem

Pengujian seluruh sistem menjadi tahap penting untuk memastikan bahwa helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan Accelerometer MPU6050 berfungsi sesuai dengan desain dan dapat memberikan hasil yang diharapkan. Pada tahap ini, seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak diuji secara menyeluruh untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan atau kekurangan yang mungkin ada. Proses pengujian meliputi pemantauan data sensor, analisis hasil pengolahan data, serta verifikasi keluaran sistem seperti alarm peringatan dan pengiriman data ke platform ThingSpeak.

Gambar 8. Hasil pada ThingSpeak sudut X

Gambar 9. Hasil pada ThingSpeak sudut Y

Pengujian seluruh sistem menunjukkan bahwa hasil pada ThingSpeak menunjukkan bahwa helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan Accelerometer MPU6050 dapat memantau dan mengirim data secara *real-time* ke platform tersebut. Berdasarkan gambar 8 dan 9 di atas, ThingSpeak tertera sudut X dan Y yang berfungsi sebagai visualisasi yang mudah dipahami dari data sudut kemiringan kepala, memberikan penyimpanan data historis, dan mengatur notifikasi otomatis ketika tanda-tanda kantuk terdeteksi.

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1208
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534

Penggunaan platform ini mempermudah pemantauan kondisi pengendara secara terus-menerus dan memberikan peringatan dini untuk meningkatkan keselamatan berkendara. Dengan fitur ini, pengendara dapat mendapatkan informasi yang jelas mengenai kondisi kantuk mereka melalui grafik yang dihasilkan, sehingga memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan sebelum terjadi hal-hal yang tidak diinginkan di jalan. Selain itu, data yang tersimpan di ThingSpeak memungkinkan untuk analisis lebih lanjut, memberikan wawasan tambahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan desain dan fungsionalitas helm pintar di masa depan. Integrasi dengan ThingSpeak juga memastikan bahwa sistem tetap fleksibel dan dapat diakses dari berbagai perangkat, menjadikannya solusi yang komprehensif untuk keselamatan berkendara.

Pengujian juga menunjukkan bahwa sistem ini memiliki kemampuan untuk memberikan notifikasi secara real-time, yang sangat penting dalam konteks keselamatan berkendara. Notifikasi yang dihasilkan oleh sistem memungkinkan pengendara untuk segera menyadari kondisi kantuk mereka dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah kecelakaan. Selain itu, pengujian menunjukkan bahwa data yang dikirim ke ThingSpeak dapat diakses kapan saja dan dari mana saja, memberikan fleksibilitas dan kemudahan bagi pengguna untuk memantau kondisi mereka. Dengan demikian, helm pintar ini tidak hanya memberikan solusi keselamatan yang efektif tetapi juga menawarkan kemudahan dan keandalan dalam penggunaan sehari-hari.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan helm pintar dengan fitur keselamatan deteksi kantuk berbasis NodeMCU dan *Accelerometer* MPU6050. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa helm ini dapat mendeteksi perubahan sudut kemiringan kepala dengan akurasi yang memadai, dengan rata-rata eror persentase yang rendah. Penggunaan platform ThingSpeak untuk memantau dan menganalisis data secara real-time telah memberikan manfaat signifikan, termasuk visualisasi yang mudah dipahami, penyimpanan data historis, dan pengaturan notifikasi otomatis. Integrasi ini memungkinkan pemantauan kondisi pengendara secara terus-menerus dan memberikan peringatan dini jika tanda-tanda kantuk terdeteksi, sehingga dapat meningkatkan keselamatan berkendara. Secara keseluruhan, helm pintar ini menawarkan solusi efektif untuk mengurangi risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kantuk, dengan memanfaatkan teknologi sensor dan platform IoT untuk menyediakan data akurat dan responsif. Adanya fitur-fitur ini diharapkan dapat membantu pengendara tetap waspada dan meningkatkan keselamatan di jalan raya. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan algoritma deteksi dan pengujian dalam skenario berkendara yang lebih beragam untuk memastikan keandalan alat ini dalam berbagai kondisi.

REFERENCES

[1] A. M. Daafa Alhaqqy Muhammad, “Sepeda Motor Jadi Penyumbang Kecelakaan Tertinggi Sepanjang 2023,” *KOMPAS.COM*, 2024. https://otomotif.kompas.com/read/2024/01/17/071200015/sepeda-motor-jadi-penyumbang-kecelakaan-tertinggi-sepanjang-2023 (accessed Feb. 16, 2024).
[2] A. F. Aprida Mega Nanda, “Mengantuk Jadi Penyebab Kecelakaan dan Berujung Fatalitas,” *KOMPAS.COM*, 2023. https://otomotif.kompas.com/read/2023/03/21/170100815/mengantuk-jadi-penyebab-kecelakaan-dan-berujung-fatalitas (accessed Feb. 17, 2024).
[3] P. N. R. Cahya Aji Saputra, Danang Erwanto, “DETEKSI KANTUK PENGENDARA RODA EMPAT MENGGUNAKAN HAAR CASCADE CLASSIFIER dan CONVOLUTIONAL NEUTRAL NETWORK,” *JEECOM*, vol. 3, 2021.
[4] Muhammad Miqdad Shiddiq Afif dan Arief Rahman, “Prediksi Keandalan Pengendara Mobil Terkait Drowsiness (Studi Kasus Pengendara Mobil di Jalan Tol Surabaya-Surakarta),” *J. Tek. ITS*, vol. 8 No.2, 2019.
[5] Y. J. Peter Lee, Heepyung Kim, M Sami Zitouni, Ahsan Khandoker, Herbert F Jelinek, Leontios Hadjileontiadis, Uichin Lee, “Trends in smart helmets with multimodal sensing for health and safety: scoping review.,” *JMIR Publ.*, vol. 10 No. 11, 2022.
[6] *Undang-Undang Republik Indonesia, Nomor 22 Tahun 2009, Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, Kementerian Luar Negeri*, vol. 2, no. 5. Jakarta, 2009.
[7] R. Kamal, *INTERNET OF THINGS Architecture and Design Principles*. 2017.
[8] V. E. Satya, “STRATEGI INDONESIA MENGHADAPI INDUSTRI 4.0,” *Bid. Ekon. DAN Kebijak. PUBLIK*, vol. X, No. 09, 2018.
[9] K. P. Erick Sorongan, Qory Hidayati, “ThingSpeak sebagai Sistem Monitoring Tangki SPBU Berbasis Internet of Things,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 3, pp. 219–224, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i2.2018.219-224.
[10] M. A. Torad1 and Mustafa Abdul Salam, “Smart helmet using internet of things,” *Int. J. Reconfigurable Embed. Syst.*, vol. 10 No. 2, pp. 90–98, 2021, doi: 10.11591/ijres.v10.i2.pp90-98.
[11] P. Prasetyawan, S. Samsugi, and R. Prabowo, “Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar,” *J. ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 32–39, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.239.
[12] S. Kusumastuti and S. H. Widi Sasono, “Smart Helmet As Driving Safety,” *Jaict*, vol. 8, no. 1, p. 172, 2023, doi: 10.32497/jaict.v8i1.4302.
[13] K. A. M. S. T. N. K. G. Rajitha, “IRJET- Analysis and Designing of IoT based Smart Helmet,” *Irjet*, vol. 8, no. 6, pp. 1186–1189, 2021.
[14] T. W. P. and A. S. R. A. Ilham Arun Faisal, “A Review of Accelerometer Sensor and Gyroscope Sensor in IMU Sensors on Motion Capture,” *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 15, no. 3, pp. 826–829, 2020.
[15] P. R. Adinda, “PROTOTIPE SISTEM PINTAR BERBASIS IOT UNTUK MENDUKUNG KESELAMATAN PENGENDARA SEPEDA MOTOR,” *Portaldata.org*, vol. 2, 2022.
[16] M. S. S. T. Durkka Parameswari, S. Padmashankari, M. Vaishnavi, “Smart Helmet Technology : Intregating IoT for

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1209
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Building of Informatics, Technology and Science (BITS)
Volume 6, No 2, September 2024, Page: 1201−1210
ISSN 2684-8910 (media cetak)
ISSN 2685-3310 (media online)
DOI 10.47065/bits.v6i2.5534

Enchanced User Safety," *Tuijin Jishu / J. Propuls. Technol.*, vol. 45 No. 2, 2024.
[17] F. Mangkusasmito, D. Y. Tadeus, H. Winarno, and E. A. Winarno, "Peningkatan Akurasi Sensor GY-521 MPU-6050 dengan Metode Koreksi Faktor Drift," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 2, pp. 91–95, 2020.
[18] dan S. Nurul Hidayah, Sulfahmi, Iani Zairani, Marwah Yusuf, "COMBINE ASSURANCE DALAM KONTEKS PENGENDALIAN," *Equilibrium*, vol. 8 No. 2, pp. 32–37, 2019.
[19] M. K. Abdul Haris Mubarak, Moh. Afandy, "RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MINIATUR ALAT PEMINDAH MATERIAL PADA PROSES DISTRIBUSI BIJIH NIKEL MENGGUNAKAN PLC," *Jambura Phys. Journa*, vol. 1, pp. 1–9, 2023, doi: https://doi.org/10.34312/jpj.v5i1.18466.
[20] B. S. Mochammad Ronaldi Fajri, S Samsugi, "INTERNET OF THINGS USES NODEMCU FOR PULSE DETECTION ON SMART HELMETS," *4th Int. Conf. Inf. Technol. Secur.*, 2023.
[21] A. Z. A. Rivaldho Anggola Eriyana, "RANCANG BANGUN ALAT PUBLIC ANNOUNCER DAN SENSOR LASER GUNA MENGURANGI PELANGGARAN MARKA STOPLINE," *RISTEK J. Riset, Inov. dan Teknol. Kabupaten Batang*, vol. 5 No. 1, pp. 50–64, 2020.

Copyright © 2024 **Authors**, Page 1210
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License