

Monitoring Dan Controlling Aktivitas Tidur Menggunakan Smart Belt Berbasis Internet of Things

Monitoring and Controlling Sleep Activities Using an Internet of Things-Based Smart Belt

Gunawan¹, Rahmi Hidayati^{*2}, Cucu Suhery³

^{1,2,3}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak,
Indonesia

E-mail : h1051201023@student.untan.ac.id¹, rahmihidayati@siskom.untan.ac.id^{*2},
csuhery@siskom.untan.ac.id³

**Corresponding author*

Received 2 June 2025; Revised 14 June 2025; Accepted 23 June 2025

Abstrak-Tidur adalah aktivitas penting untuk pemulihan energi, perbaikan sel, dan pengaturan hormon. Tidur yang nyenyak dan optimal bergantung pada posisi tidur yang nyaman dan durasi yang cukup. Namun, banyak orang yang masih mengabaikan faktor-faktor tersebut, sehingga mengakibatkan pengalaman tidur yang kurang nyenyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat Smart Belt untuk memantau dan mengatur posisi dan durasi tidur dengan menggunakan sensor akselerometer dan sensor denyut jantung. Pengujian terdiri dari 30 uji coba deteksi posisi tidur, 30 pengukuran durasi tidur, dan 60 evaluasi sistem secara keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor akselerometer dapat mengidentifikasi dan mendeteksi posisi tidur dengan akurasi 100%, sedangkan sensor denyut jantung menentukan durasi tidur berdasarkan denyut jantung dengan akurasi 83,33%. Secara keseluruhan, sistem Smart Belt beroperasi dengan akurasi 88,33%.

Kata kunci: Posisi Tidur, Durasi Tidur, Sabuk Pintar, Internet of Things

Abstract-*Sleep is a vital activity for energy restoration, cellular repair, and hormonal regulation. Good, optimal sleep depends on both a comfortable sleeping position and sufficient duration. However, many individuals still neglect these factors, resulting in a less restful sleep experience. This study aimed to develop a device the Smart Belt to monitor and regulate sleep position and duration using an accelerometer sensor and a pulse heart rate sensor. Testing comprised 30 sleep-position detection trials, 30 sleep-duration measurements, and 60 overall system evaluations. The results showed that the accelerometer sensor could identify and detect sleep position with 100% accuracy, while the pulse heart-rate sensor determined sleep duration based on heart rate with an 83.33% accuracy. Overall, the Smart Belt system operated with an accuracy of 88.33%.*

Keywords: Sleep Position, Sleep Duration, Smart Belt, Internet of Things

1. PENDAHULUAN

Tidur adalah sebuah kegiatan dimana tubuh akan beristirahat setelah beraktivitas sehari-hari. Dengan tidur, tubuh dapat memulihkan energi yang telah digunakan untuk membuat tubuh kembali optimal dan siap untuk beraktivitas keesokan harinya [1]. Selain untuk memulihkan energi, tidur juga memiliki banyak manfaat bagi tubuh, seperti memperbarui dan memperbaiki sel-sel tubuh, memulihkan fisik yang kelelahan, dapat mengurangi stres, mengatur hormon di dalam tubuh, serta dapat meningkatkan daya tahan tubuh [2]. Seseorang bisa dikatakan sedang tertidur dapat dilihat dari *Resting Heart Rate* (RHR). RHR merupakan sebuah parameter medis untuk mengukur denyut jantung ketika sedang beristirahat. RHR normalnya berkisar di antara 40-90 beat per minutes (BPM). RHR pada setiap individu bervariasi, serta dapat mengalami penurunan hingga 30 bpm ketika tertidur dimalam hari. RHR juga dapat dipengaruhi oleh faktor

genetik dan nilai RHR pada wanita lebih tinggi dibandingkan dengan pria [3]. Tidur sangat penting bagi tubuh, namun posisi tubuh ketika tidur harus benar [4].

Setiap orang memiliki posisi tidur favoritnya yang akan menimbulkan rasa nyaman ketika tertidur [5]. Secara umum posisi tidur terbagi menjadi empat posisi, yaitu miring ke kanan, miring ke kiri, terlentang serta tengkurap [6]. Selain posisi tidur, durasi ketika tertidur juga perlu diperhatikan. Durasi waktu yang ideal untuk seseorang tertidur adalah berkisar antara 7 hingga 9 jam bergantung pada usia orang tersebut. Semakin dewasa seseorang, maka intensitas tidur juga akan berkurang [7]. Tidur yang kurang akan berpengaruh pada keseimbangan saraf, yang menyebabkan gangguan seperti masalah saraf simpatik dan menurunnya saraf parasimpatik[8]. Dengan mengetahui posisi tidur yang tepat serta durasi tidur yang cukup, maka besar peluang untuk mendapatkan pengalaman tidur yang baik. Namun masih banyak orang yang kurang memperhatikan pentingnya tidur dalam posisi yang tepat, serta dalam durasi yang cukup. Sehingga tidak mendapatkan pengalaman tidur yang baik dan memuaskan.

Untuk memastikan aktivitas tidur yang dilakukan mendapatkan pengalaman yang baik, maka diperlukan sebuah perangkat dengan sistem yang dapat memantau sekaligus mengatur posisi dan durasi tidur yang dilakukan. Penelitian yang membahas tentang sistem pemantauan kualitas tidur yang hemat dan cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor *accelerometer* untuk mendeteksi gerakan tubuh, sensor *pulse oximeter* untuk pengukuran denyut jantung dan *microphone amplifier* untuk mendeteksi dengkuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibuat memberikan akurasi sebesar 95,67% dalam memantau kualitas tidur [9].

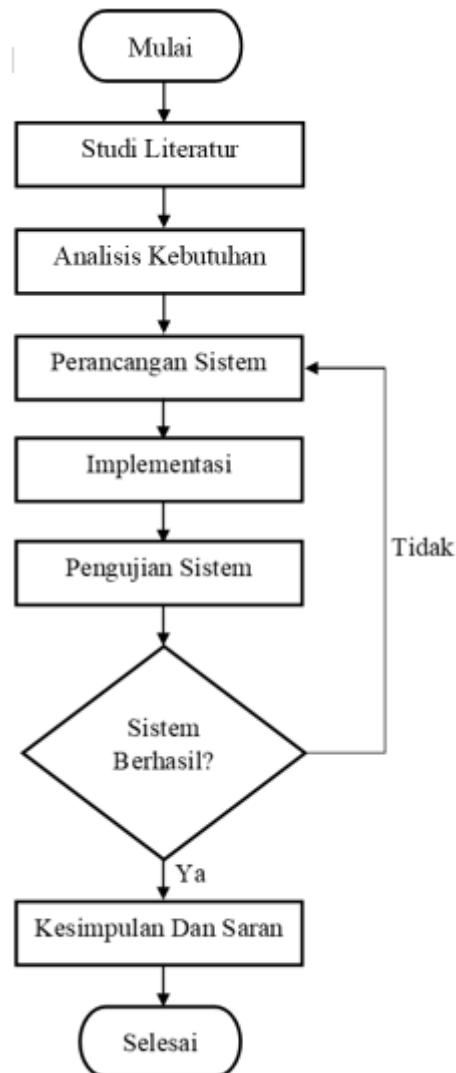
Penelitian terkait pengembangan sistem *monitoring* tidur menggunakan *force Sensor* dan *accelerometer* untuk mendeteksi gangguan tidur yaitu *sleep apnea*. Sistem yang dibuat dirancang untuk dapat mendeteksi posisi tidur serta gangguan tidur yang dialami pengguna selama tertidur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan posisi tidur yang dikembangkan mampu menentukan posisi tidur seperti telentang, ke kanan, ke kiri dan tengkurap dengan nilai akurasi lebih dari 90%. Selain itu sistem mampu untuk membantu mengobati masalah pernapasan yang terhenti tiba-tiba (*sleep apnea*) dengan melatih pengguna untuk tidur dengan posisi menyamping. Sistem ini juga dapat membantu meningkatkan efisiensi tidur dan mengurangi dengkuran dan *sleep apnea* [10].

Penelitian terkait lainnya membahas tentang pembuktian konsep (*proof-of-concept*) tentang pemantauan posisi tubuh saat tidur menggunakan sensor *accelerometer* yang ditempatkan pada bagian leher. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi empat posisi tidur yang sering digunakan, yaitu tengkurap, terlentang, menyamping ke kiri dan menyamping ke kanan. Hasil dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa paha dan dada merupakan bagian tubuh yang paling pas untuk mendeteksi empat posisi utama tidur [11].

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pada penelitian ini membangun sistem untuk *monitoring* dan *controlling* aktivitas tidur menggunakan *smart belt* berbasis IoT. Penelitian ini membuat membuat sebuah perangkat yaitu *smart belt* yang dapat memonitor sekaligus mengatur posisi dan durasi tidur. Untuk mendeteksi posisi tidur, sensor yang digunakan adalah *accelerometer*. Sedangkan untuk mengetahui berapa lama pengguna tertidur, sensor yang digunakan adalah sensor detak jantung (*pulse heart rate*). *Smart belt* diharapkan dapat membantu pengguna untuk mendapatkan pengalaman tidur yang baik dan memuaskan, karena ketika tidur tubuh dalam posisi yang nyaman serta durasi tidurnya tercukupi.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian yang dilakukan meliputi studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, kesimpulan dan saran. Diagram alir penelitian yang dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, dilakukan proses pengumpulan informasi serta data-data yang bisa mendukung penelitian yang dilakukan. Literatur yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan didapatkan dari berbagai macam sumber, seperti jurnal penelitian terkait, artikel ilmiah, serta data-data pendukung lainnya yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Referensi yang digunakan di dalam penelitian yang dilakukan adalah referensi yang berkaitan dengan IoT [12], penggunaan NodeMCU ESP 32 sebagai mikrokontroler [13], penggunaan sensor *accelerometer* [14], penggunaan sensor *pulse heart rate* [15] serta pembuatan *website* dengan menggunakan *framework* Flask [16].

2.2 Analisis Kebutuhan

Pada penelitian yang dilakukan, diperlukan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, dianataranya:

2.2.1 Perangkat Keras:

Perangkat keras yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. NodeMCU ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler
2. *Accelerometer* digunakan sebagai sensor pendeteksi posisi tidur.
3. *Pulse heart rate* digunakan sebagai sensor pendeteksi denyut jantung.

4. *Buzzer* digunakan sebagai alarm.
5. Sabuk atau *belt*.
6. *Powerbank* sebagai sumber daya.

2.2.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Arduino IDE sebagai penulis kode program untuk perangkat keras.
2. Visual Studio Code sebagai penulis program untuk membangun *website*.
3. Flask sebagai *framework* untuk membangun *website*.
4. HTML untuk membangun dan mengatur halaman *website*.

2.3 Perancangan Sistem

Terdapat dua tahapan di dalam perancangan sistem yang dibuat, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

2.3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras yang dibuat terdiri dari:

1. Perancangan sistem pendekripsi posisi tidur menggunakan sensor *accelerometer*.
2. Perancangan sistem pendekripsi durasi tidur menggunakan sensor *pulse heart rate*.
3. Perancangan sistem alarm peringatan pada *smart belt*.

2.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat keras yang dibuat terdiri dari:

1. Perancangan sistem pendekripsi posisi tidur menggunakan sensor *accelerometer*.
2. Perancangan sistem pendekripsi durasi tidur menggunakan sensor *pulse heart rate*.
3. Perancangan sistem alarm peringatan pada *smart belt*.

2.4 Implementasi

Pada tahap ini dilakukan penerapan pada sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Tahap pertama yang diimplementasikan adalah perakitan perangkat keras sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Tahap kedua implementasi perangkat lunak dengan menginstal program ke dalam perangkat keras yang telah disiapkan, sehingga keduanya dapat terintegrasi secara optimal.

2.4.1 Implementasi Perangkat Keras

1. Implementasi pada perangkat keras terdiri dari:
2. Implementasi sistem pendekripsi posisi tidur.
3. Implementasi sistem pendekripsi durasi tidur.
4. Implementasi sistem alarm peringatan.
5. Implementasi keseluruhan sistem perangkat keras.

2.4.2 Implementasi Perangkat Lunak

1. Implementasi pada perangkat lunak terdiri dari:
2. Implementasi antarmuka halaman selamat datang.
3. Implementasi antarmuka halaman monitoring aktivitas tidur.
4. Implementasi antarmuka halaman pengaturan aktivitas tidur.
5. Implementasi antarmuka halaman riwayat aktivitas tidur.

2.5 Pengujian Sistem

Tahapan ini dilakukan untuk memastikan sistem yang dibuat dibuat sudah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Apabila sistem belum dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, maka proses penelitian akan dikaji ulang dan mulai kembali dari tahap perancangan sistem. Sebaliknya, jika sistem yang dibuat sudah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, maka

penelitian dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup:

1. Pengujian sistem pendekripsi posisi tidur.
2. Pengujian sistem pendekripsi durasi tidur.
3. Pengujian sistem secara keseluruhan.

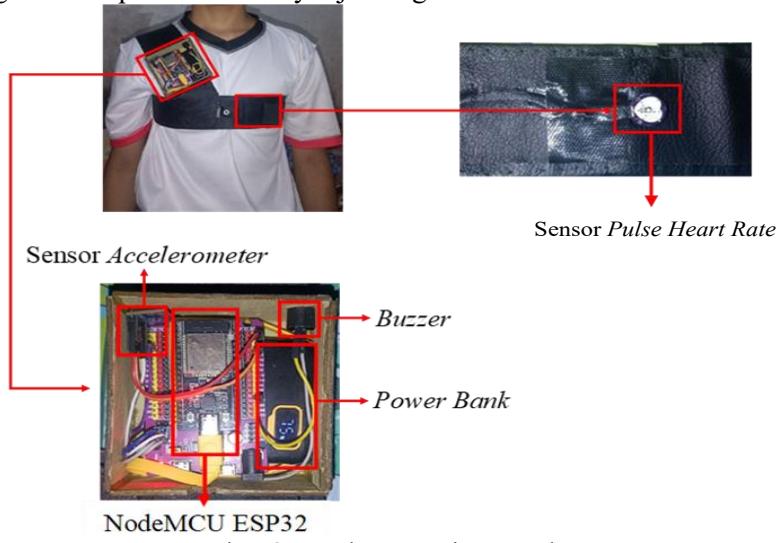
2.6 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan pengujian pada sistem yang dibuat dan sistem berhasil bekerja sesuai dengan yang diharapkan, maka penelitian akan masuk ke tahap terakhir yaitu kesimpulan dan saran. Tahap ini dilakukan untuk menjelaskan hasil penelitian dan saran untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya yang berkaitan dengan *monitoring* dan *controlling* aktivitas tidur berbasis IoT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Perangkat Keras

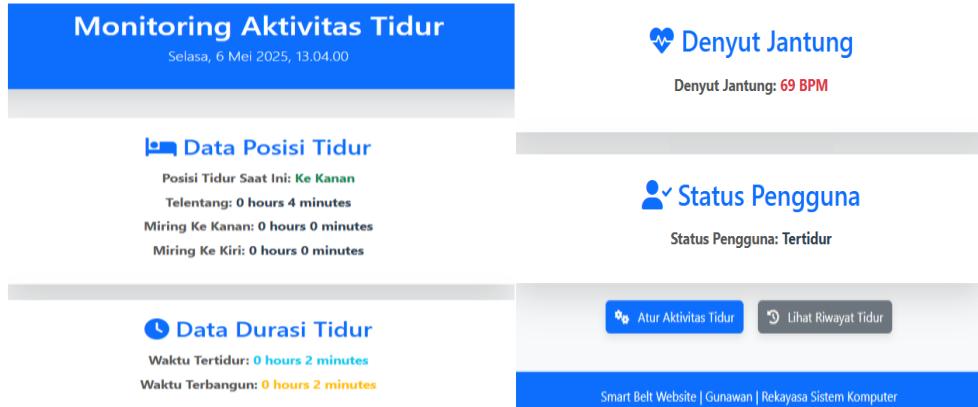
Implementasi perangkat keras merupakan tahapan untuk menerapkan hasil perancangan dari sistem perangkat keras yang sudah dibuat. Implementasi perangkat keras dilakukan dengan tujuan memastikan setiap komponen perangkat keras yang digunakan dapat berfungsi dan terintegrasi satu sama lain. Gambar 2 merupakan tampilan implementasi perangkat keras. Pada tahap ini, dilakukan penggabungan perakitan perangkat keras. Semua perangkat keras yang digunakan disimpan dalam sebuah kotak kecil dibagian depan *smart belt*. Di dalam kotak ini terdapat beberapa perangkat keras, seperti NodeMCU ESP32 yang berfungsi sebagai mikrokontroller, sensor *accelerometer* yang berfungsi sebagai pendekripsi posisi tidur, *buzzer* yang berfungsi sebagai alarm dan *power bank* yang berfungsi sebagai sumber daya. Selain itu pada bagian belakang *smart belt* terdapat satu perangkat keras, yaitu sensor *pulse heart rate* yang berfungsi sebagai sensor pendekripsi denyut jantung untuk menentukan durasi tidur.



Gambar 2. Implementasi Perangkat Keras

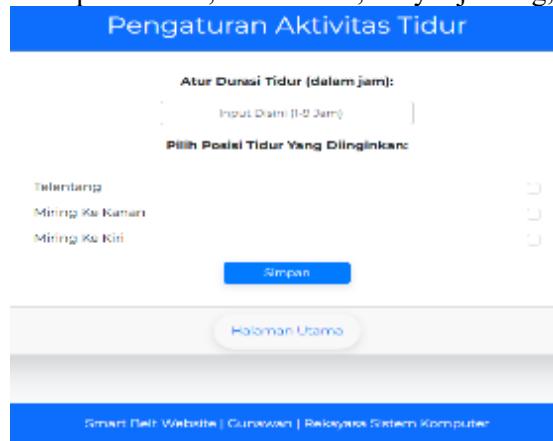
3.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak berfungsi untuk menampilkan data yang sudah diperoleh perangkat keras melalui antarmuka atau *interface* berbasis *website*. Tampilan implementasi perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Tampilan Halaman Monitoring Aktivitas Tidur

Gambar 3 merupakan tampilan dari halaman *monitoring* aktivitas tidur. Halaman ini berfungsi untuk menampilkan data aktivitas tidur yang dilakukan pengguna. Pada halaman ini pengguna dapat melihat datda posisi tidur, durasi tidur, denyut jantung, serta status pengguna.



Gambar 4. Tampilan Halaman Pengaturan Aktivitas Tidur

Gambar 4 merupakan halaman pengaturan aktivitas tidur yang digunakan untuk mengatur kegiatan tidur yang dilakukan pengguna. Pada halaman ini, pengguna dapat mengatur durasi tidur dan posisi tidur yang diinginkan. Durasi tidur yang dapat diatur pengguna adalah minimal 1 jam dan maksimal 9 jam. Sedangkan posisi tidur yang dapat diatur pengguna adalah posisi terlentang, miring ke kanan dan miring ke kiri. Pengguna dapat mengatur minimal 1 posisi dan maksimal 2 posisi.

3.3 Pengujian

3.3.1 Pengujian Sistem Pendekripsi Posisi Tidur

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor *accelerometer* mampu mendekripsi posisi tidur dengan benar. Pengujian posisi tidur akan dinyatakan berhasil ketika posisi tidur yang dideteksi sama dengan yang dilakukan pengguna. Pengujian dinyatakan gagal ketika posisi tidur yang dideteksi sensor tidak sesuai dengan yang dilakukan pengguna. Pengujian sistem pendekripsi posisi tidur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Sistem Pendekripsi Posisi Tidur

No	Posisi Tidur Yang Dilakukan	Posisi Tidur Yang Terdeteksi	Hasil Deteksi Benar (✓) / Salah (X)
1	Telentang	Telentang	✓
2	Miring ke kanan	Ke kanan	✓

3	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
4	Telentang	Telentang	✓
5	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
6	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
7	Telentang	Telentang	✓
8	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
9	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
10	Telentang	Telentang	✓
11	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
12	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
13	Telentang	Telentang	✓
14	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
15	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
16	Telentang	Telentang	✓
17	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
18	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
19	Telentang	Telentang	✓
20	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
21	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
22	Telentang	Telentang	✓
23	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
24	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
25	Telentang	Telentang	✓
26	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
27	Miring ke kiri	Ke kiri	✓
28	Telentang	Telentang	✓
29	Miring ke kanan	Ke kanan	✓
30	Miring ke kiri	Ke kiri	✓

Pengujian sistem pendekripsi posisi tidur, dilakukan sebanyak 30 kali percobaan. Dari 30 kali percobaan yang dilakukan, didapatkan sebanyak 30 percobaan dengan hasil deteksi benar. Untuk menentukan nilai akurasi dari sensor *accelerometer*, maka digunakan persamaan tentang akurasi sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \left(\frac{\text{Jumlah Percobaan Benar}}{\text{Jumlah Total Percobaan}} \right) \times 100 \% \\ = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sensor *accelerometer* mampu untuk mendekripsi posisi tidur dengan tingkat akurasi sebesar 100%.

3.3.2 Pengujian Sistem Pendekripsi Durasi Tidur

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat mampu untuk mendekripsi durasi tidur berdasarkan denyut jantung. Untuk mendekripsi denyut jantung, sensor yang digunakan adalah *pulse heart rate Sensor*. Pengujian sistem pendekripsi durasi tidur dapat dilihat pada

Tabel 2. Pengujian Sistem Pendekripsi Durasi Tidur

No	Denyut Jantung (BPM)	Kondisi Pengguna Sebenarnya	Hasil Deteksi	Hasil Deteksi Benar (✓) / Salah (X)
1.	0 bpm	Terbangun	Tidak Terdeteksi	✓
2.	104 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
3.	104 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
4.	45 bpm	Terbangun	Tertidur	X
5.	94 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
6.	147 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
7.	108 bpm	Terbangun	Terbangun	✓

8.	110 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
9.	127 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
10.	106 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
11.	105 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
12.	119 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
13.	143 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
14.	103 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
15.	115 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
16.	123 bpm	Terbangun	Terbangun	✓
17.	96 bpm	Tertidur	Terbangun	X
18.	89 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
19.	78 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
20.	0 bpm	Tertidur	Tidak Terdeteksi	X
21.	70 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
22.	69 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
23.	69 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
24.	69 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
25.	61 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
26.	70 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
27.	52 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
28.	52 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
29.	74 bpm	Tertidur	Tertidur	✓
30.	0 bpm	Tertidur	Tidak Terdeteksi	X

Pengujian sistem pendekripsi durasi tidur, dilakukan sebanyak 30 kali percobaan. Dari 30 kali percobaan yang dilakukan, didapatkan sebanyak 25 percobaan dengan hasil deteksi benar, dan 5 percobaan dengan hasil deteksi salah. Untuk menentukan nilai akurasi dari sensor *pulse heart rate*, maka digunakan persamaan tentang akurasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= \left(\frac{\text{Jumlah Percobaan Benar}}{\text{Jumlah Total Percobaan}} \right) \times 100 \% \\ &= \left(\frac{25}{30} \right) \times 100 \% = 83.33 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Sensor *Pulse Heart Rate* mampu menentukan durasi tidur berdasarkan denyut jantung dengan tingkat akurasi sebesar 83,33%.

3.3.3 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan bertujuan untuk memastikan apakah sistem pendekripsi posisi tidur, sistem pendekripsi durasi tidur serta sistem alarm peringatan dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian sistem keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Posisi Tidur	Durasi Tidur (Menit)			Denyut Jantung (bpm)	Status Pengguna		Durasi Tertidur (Menit)	Durasi Terbangun (Menit)
		Telentang	Ke Kanan	Ke Kiri		Yang Terdeteksi	Kondisi Sebenarnya		
1	Ke Kanan	0	1	0	105	Terbangun	Terbangun	0	1
2	Ke Kanan	0	2	0	104	Terbangun	Terbangun	0	2
3	Ke Kanan	0	3	0	104	Terbangun	Terbangun	0	3
4	Ke Kanan	0	4	0	96	Terbangun	Terbangun	0	4
5	Ke Kanan	0	5	0	94	Terbangun	Terbangun	0	5
6	Ke Kanan	0	6	0	147	Terbangun	Terbangun	0	6
7	Ke Kanan	0	7	0	108	Terbangun	Terbangun	0	7
8	Ke Kanan	0	8	0	110	Terbangun	Terbangun	0	8
9	Ke Kanan	0	9	0	127	Terbangun	Terbangun	0	9
10	Talentang	1	9	0	106	Terbangun	Terbangun	0	10
11	Talentang	2	9	0	105	Terbangun	Terbangun	0	11
12	Talentang	3	9	0	119	Terbangun	Terbangun	0	12
13	Ke Kanan	3	10	0	143	Terbangun	Terbangun	0	13
14	Talentang	4	10	0	103	Terbangun	Terbangun	0	14
15	Talentang	5	10	0	115	Terbangun	Terbangun	0	15
16	Talentang	6	10	0	148	Terbangun	Terbangun	0	16
17	Talentang	7	10	0	147	Terbangun	Terbangun	0	17
18	Talentang	8	10	0	120	Terbangun	Terbangun	0	18
19	Talentang	9	10	0	99	Terbangun	Terbangun	0	19
20	Ke Kiri	9	10	1	111	Terbangun	Terbangun	0	20
21	Ke Kiri	9	10	2	144	Terbangun	Terbangun	0	21
22	Ke Kiri	9	10	3	98	Terbangun	Terbangun	0	22
23	Ke Kiri	9	10	4	104	Terbangun	Terbangun	0	23
24	Talentang	10	10	4	88	Terbangun	Terbangun	0	24
25	Talentang	11	10	4	130	Terbangun	Terbangun	0	25
26	Ke Kiri	11	10	5	98	Terbangun	Terbangun	0	26
27	Ke Kiri	11	10	6	97	Terbangun	Terbangun	0	27
28	Ke Kiri	11	10	7	97	Terbangun	Terbangun	0	28
29	Ke Kiri	11	10	8	96	Terbangun	Terbangun	0	29
30	Ke Kiri	11	10	9	95	Terbangun	Terbangun	0	30
31	Ke Kiri	11	10	10	95	Terbangun	Terbangun	0	31
32	Talentang	12	10	10	93	Terbangun	Terbangun	0	32
33	Talentang	13	10	10	91	Terbangun	Terbangun	0	33
34	Talentang	14	10	10	85	Tertidur	Tertidur	1	33
35	Talentang	15	10	10	75	Tertidur	Tertidur	2	33
36	talentang	16	10	10	69	Tertidur	Tertidur	3	33
37	talentang	17	10	10	61	Tertidur	Tertidur	4	33
38	talentang	18	10	10	70	Tertidur	Tertidur	5	33
39	talentang	19	10	10	52	Tertidur	Tertidur	6	33
40	talentang	20	10	10	52	Tertidur	Tertidur	7	33
41	talentang	21	10	10	74	Tertidur	Tertidur	8	33
42	talentang	22	10	10	74	Tertidur	Tertidur	9	33
43	talentang	23	10	10	74	Tertidur	Tertidur	10	33
44	talentang	24	10	10	74	Tertidur	Tertidur	11	33
45	talentang	25	10	10	76	Tertidur	Tertidur	12	33
46	talentang	26	10	10	81	Tertidur	Tertidur	13	33
47	talentang	27	10	10	81	Tertidur	Tertidur	14	33
48	talentang	28	10	10	81	Tertidur	Tertidur	15	33
49	talentang	29	10	10	81	Tertidur	Tertidur	16	33
50	talentang	30	10	10	95	Tertidur	Tertidur	17	33
51	talentang	31	10	10	99	Tertidur	Tertidur	18	33
52	talentang	32	10	10	99	Tertidur	Tertidur	19	33
53	talentang	33	10	10	97	Tertidur	Tertidur	20	33
54	talentang	34	10	10	99	Tertidur	Tertidur	21	33
55	talentang	35	10	10	96	Tertidur	Tertidur	22	33
56	talentang	36	10	10	89	Tertidur	Tertidur	23	33
57	talentang	37	10	10	78	Tertidur	Tertidur	24	33
58	talentang	38	10	10	75	Tertidur	Tertidur	25	33
59	talentang	39	10	10	70	Tertidur	Tertidur	26	33
60	talentang	40	10	10	69	Tertidur	Tertidur	27	33

Pengujian sistem keseluruhan, dilakukan sebanyak 60 kali percobaan. Dari 60 kali percobaan yang dilakukan, didapatkan sebanyak 53 percobaan dengan hasil deteksi benar, dan 7 percobaan dengan hasil deteksi salah pada bagian pendekripsi denyut jantung. Untuk menentukan nilai akurasi dari sensor *pulse heart rate*, maka digunakan persamaan tentang akurasi sebagai berikut:

$$A = \left(\frac{\text{Jumlah Percobaan Benar}}{\text{Jumlah Total Percobaan}} \right) \times 100 \%$$

$$= \left(\frac{53}{60} \right) \times 100 \% = 88.33 \%$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa keseluruhan sistem pada *smart belt* dapat memantau posisi serta durasi tidur pengguna, dengan tingkat akurasi sebesar 88,33%.

3.4 Pembahasan

Pada penelitian yang dilakukan, *smart belt* yang dibuat memiliki beberapa pengujian sistem yang dilakukan. Pengujian yang dilakukan di antaranya adalah pengujian sistem pendekripsi posisi tidur, dengan menggunakan sensor *accelerometer*. Pengujian sistem pendekripsi durasi tidur, dengan menggunakan *pulse heart rate Sensor*. Pengujian sistem alarm peringatan, dengan menggunakan *buzzer*. Serta pengujian sistem secara keseluruhan.

Pada pengujian pertama, dilakukan pengujian terhadap sistem pendekripsi posisi tidur. Pada pengujian ini, sensor yang diuji adalah sensor *accelerometer*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada Tabel 1, didapatkan sebanyak 30 data uji. Dari 30 data uji yang didapatkan, sensor *accelerometer* yang digunakan mendapatkan nilai akurasi sebesar 100%. Pada pengujian yang dilakukan, sensor mampu mendekripsi ketiga posisi tidur yang dilakukan oleh pengguna secara tepat. Selain itu ketika terjadi perubahan posisi yang dilakukan oleh pengguna, sensor mampu mendekripsi perubahan tersebut secara tepat dan *realtime*.

Pengujian kedua adalah sistem pendekripsi durasi tidur. Pada pengujian sistem pendekripsi durasi tidur, sensor yang digunakan adalah *pulse heart rate sensor*. Proses pengujian dilakukan sebanyak 30 kali pengujian. Dari 30 kali pengujian yang telah dilakukan, terdapat tiga kesalahan karena denyut jantung pengguna tidak terdeteksi. Satu kesalahan karena denyut jantung pengguna di bawah 90 bpm ketika pengguna terbangun. Serta satu kesalahan karena denyut jantung pengguna di atas 90 bpm ketika pengguna tertidur. Dari pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa Sensor *Pulse Heart Rate* mampu menentukan durasi tidur berdasarkan denyut jantung dengan tingkat keberhasilan sebesar 83,33%.

Berdasarkan data pengujian pada tabel Tabel 2, denyut jantung tidak terdeteksi dapat disebabkan karena sensor yang tidak menempel sempurna pada kulit, sehingga sensor tidak dapat menghitung denyut jantung pengguna. Sedangkan ketidak sesuaian antara status yang terdeteksi dengan status yang sebenarnya dapat disebabkan karena, ketika pengguna terbangun sensor mendekripsi denyut jantung berada di bawah 90 bpm, sehingga sistem menyatakan pengguna sedang tertidur. Selain itu ketika pengguna sedang tertidur, sensor mendekripsi denyut jantung berada di atas 90 bpm, sehingga sistem menyatakan pengguna sedang terbangun. Sistem gagal menentukan status pengguna dengan kondisi yang sebenarnya dapat terjadi karena sensor salah melakukan perhitungan denyut jantung pengguna.

Pengujian terakhir adalah pengujian pada sistem secara keseluruhan. Percobaan ini dilakukan untuk memastikan sistem pada *smart belt* berkerja secara keseluruhan. Berdasarkan Tabel 3, pengujian sistem keseluruhan dilakukan selama 60 menit dan didapatkan sebanyak 60 data percobaan. Selama 60 menit percobaan, *smart belt* mendekripsi pengguna berbaring pada posisi terlentang selama 40 menit, posisi miring ke kanan selama 10 menit dan posisi miring ke kiri selama 10 menit. Serta *smart belt* mendekripsi pengguna tertidur selama 27 menit dan mendekripsi pengguna terbangun selama 33 menit. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa keseluruhan sistem pada *smart belt* dapat memantau posisi serta durasi tidur pengguna, dengan tingkat ketepatan sebesar 88,33%.

Berdasarkan pengujian pada Tabel 3, didapatkan beberapa kesalahan yang terjadi pada sensor *pulse heart rate*. Kesalahan tersebut terjadi pada data uji ke 24,50,51,52,53,54,55. Kesalahan yang terjadi adalah sensor *pulse heart rate* salah mendekripsi denyut jantung pengguna. Pada data uji ke 24 sistem mendekripsi pengguna sedang tertidur, karena sensor mendekripsi denyut jantung pengguna 88 bpm. Padahal kondisi sebenarnya adalah pengguna sedang terbangun. Sedangkan pada data uji ke 50 sampai 55, sistem mendekripsi pengguna sedang terbangun, karena

denyut sensor mendeteksi denyut jantung pengguna diatas 90 bpm. Padahal kondisi sebenarnya adalah pengguna sedang tertidur.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* dan *controlling* yang ada pada *smart belt* berhasil memantau dan mengatur aktivitas tidur dengan baik. Pada penelitian yang dilakukan, *smart belt* mampu memantau posisi tidur dengan menggunakan sensor *accelerometer*, dengan tingkat akurasi sebesar 100%. Serta *smart belt* juga mampu untuk menentukan durasi tidur berdasarkan denyut jantung, dengan tingkat keberhasilan sebesar 83,33%. Serta keseluruhan sistem yang ada pada *smart belt* mampu berkerja dengan tingkat akurasi sebesar 88,33%.

Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk memperbaiki rancangan dari *smart belt* agar menjadi lebih ringan. Hal ini bertujuan untuk membuat pengguna merasa lebih nyaman ketika menggunakan *smart belt*. Serta disarankan untuk menambahkan metode lain selain berdasarkan denyut jantung untuk menentukan durasi tidur. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penentuan status dan durasi tidur agar lebih tepat dan sesuai.

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. Ponidjan, E. Rondonuwu, D. Ransun, H. J. Warouw, and J. H. Raule, “Kualitas Tidur sebagai Faktor yang Berimplikasi pada Konsentrasi dan Motivasi Belajar Anak Remaja,” in *E-PROSIDING Seminar Nasional 2022 ISBN: 978.623. 93457.1. 6*, 2022, pp. 49–58.
- [2] B. Novita and S. Rochmani, “Hubungan Antara Kualitas Tidur Dengan Konsentrasi Belajar Siswa Mts Yabika Kabupaten Tangerang Tahun 2019,” *J. Kesehat.*, vol. 8, no. 2, pp. 33–41, 2019.
- [3] D. Nanchen, “Resting heart rate: What is normal?,” *Heart*, vol. 104, no. 13, pp. 1048–1049, 2018, doi: 10.1136/heartjnl-2017-312731.
- [4] L. Indrawati and L. Nuryanti, “Hubungan Posisi Tidur Dengan Kualitas Tidur Pasien Congestive Heart Failure,” *J. Kesehat. Budi Luhur J. Ilmu-Ilmu Kesehat. Masyarakat, Keperawatan, dan Kebidanan*, vol. 11, no. 2, pp. 401–410, 2018, doi: 10.62817/jkbl.v11i2.17.
- [5] P. J. Mork, T. Ivar, L. Nilsen, and A. Holtermann, “Sleep positions and nocturnal body movements based on free-living accelerometer recordings : association with demographics , lifestyle , and insomnia symptoms,” pp. 267–275, 2017.
- [6] Sulistiawati, “Kajian Posisi Tidur Terhadap Kesehatan Tubuh Menurut Ajaran Nabi Muhammad SawDan Ilmu Medis,” *J. Islam. Interdiscip. Stud.*, vol. 2, no. 3, pp. 299–308, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.tmial-amien.sch.id/index.php/nihaiyyat/index>
- [7] P. S. Wifia and S. W. Purtiningrum, “Rancang Bangun Aplikasi Tracking Health Lifestyle Menggunakan Flutter Berbasis Android,” *Ikraith-Informatika*, vol. 6, no. 3, pp. 51–59, 2022, doi: 10.37817/ikraith-informatika.v6i3.2201.
- [8] N. Makarem, A. Shechter, M. R. Carnethon, J. M. Mullington, M. H. Hall, and M. Abdalla, “Sleep Duration and Blood Pressure: Recent Advances and Future Directions,” *Curr. Hypertens. Rep.*, vol. 21, no. 5, 2019, doi: 10.1007/s11906-019-0938-7.
- [9] K. Saleem, I. S. Bajwa, N. Sarwar, W. Anwar, and A. Ashraf, “IoT Healthcare: Design of Smart and Cost-Effective Sleep Quality Monitoring System,” *J. Sensors*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/8882378.
- [10] S. Lokavee, V. Tantrakul, J. Pengjiam, and T. Kerdcharoen, “A Sleep Monitoring System Using Force Sensor and an Accelerometer Sensor for Screening Sleep Apnea,” in *KST 2021 - 2021 13th International Conference Knowledge and Smart Technology*, 2021, pp. 208–213. doi: 10.1109/KST51265.2021.9415835.
- [11] R. S. Abdulsadig and E. Rodriguez-villegas, “Sleep Posture Monitoring Using a Single

- Neck- Situated Accelerometer : A Proof-of-Concept,” *IEEE Access*, vol. 11, no. January, pp. 17693–17706, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3246266.
- [12] S. Ahdan and E. Redy Susanto, “Implementasi dashboard smart energy untuk pengontrolan rumah pintar pada perangkat bergerak berbasis internet of things,” *J. Teknoinfo*, vol. 15, no. 1, p. 26, 2021, doi: 10.33365/jti.v15i1.954.
- [13] I. W. Suriana, I. G. A. Setiawan, and I. M. S. Graha, “Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram,” *J. Ilm. Telsinas Elektro, Sipil dan Tek. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 75–84, 2022, doi: 10.38043/telsinas.v4i2.3198.
- [14] D. Pranoto, A. Handojo, and G. Satiabudhi, “Aplikasi War Game Pada Mobile Device Menggunakan Sensor Gyroscope dan Accelerometer,” *J. Infra*, vol. 10, no. 2, pp. 1–7, 2022.
- [15] D. R. Pradana, M. I. Sari, and D. Rimasa, “Monitoring Denyut Nadi Dan Suhu Tubuh Menggunakan Pulse Sensor Dan Sensor Suhu Pada Atlet Anggar Koni Kota Bandung,” *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. Vol. 9, no. No. 6, pp. 3042–3048, 2023.
- [16] B. B. Santoso and P. O. N. Saian, “Implementasi Flask Framework pada Development Modul Reporting Aplikasi Sistem Informasi Helpdesk di PT.XYZ),” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 7, no. 2, pp. 217–226, 2023, doi: 10.35870/jtik.v7i2.718.