

Oksimeter Militer Pemantau Stres Prajurit TNI Berbasis *Internet of Military Things*

Dananjaya Ariateja
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Pertahanan
Bogor, Indonesia
dananjaya.ariateja@idu.ac.id

Iqbal Ahmad Dahlan
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Pertahanan
Bogor, Indonesia
iqbal.dahlan@idu.ac.id

Uvi Desi Fatmawati
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Pertahanan
Bogor, Indonesia
uvi.fatmawati@idu.ac.id

Abstract—In carrying out their duties, TNI soldiers often experience pressure and threats that attack both physically and psychologically. This can trigger stress. Uncontrolled stress will cause disease disorders such as arrhythmias and hypoxemia. We offer a solution by building an Internet of Military Things (IoMT) based military oximeter for soldier stress monitoring. The proposed tool is real-time and portable, can monitor heart rate (BPM) and blood oxygen saturation (SpO2) when soldiers are on duty in conflict areas. This military oximeter is equipped with notifications and alarms that are integrated with applications installed on smartphones, so commanders can monitor the condition of their soldiers directly and view their health history. Based on the test results, obtained an accuracy of 99.7% and 99.88% for measuring heart rate and oxygen saturation in the blood. This military oximeter can be used as a medical aid to monitor the health condition of soldiers while on duty.

Keywords—the military oximeter, stress, BPM, SpO2, IoMT

I. PENDAHULUAN

Kontribusi dan profesionalisme prajurit TNI dalam menjalankan misi kemanusiaan, mendukung pertahanan negara, dan memelihara perdamaian dunia membuktikan bahwa Indonesia adalah bangsa yang besar [1]. Hal ini tidak terlepas dari pembinaan prajurit yang dikenal dengan istilah Tri Pola Dasar, yaitu pembinaan mental, intelektual, dan jasmani/fisik [2]. Ketiga aspek pembinaan tersebut harus dilaksanakan secara konsisten dan berimbang sehingga akan dapat mewujudkan prajurit-prajurit yang tangguh dan terampil [3].

Dalam menjalankan tugasnya, seringkali prajurit mengalami tekanan dan ancaman yang menyerang fisik maupun psikologis. Ancaman fisik dapat berupa cuaca ekstrim, kontak senjata, dan ancaman serangan mendadak. Secara psikologis, prajurit dihadapkan pada waktu yang cukup lama terpisah oleh keluarga, rasa jenuh, rasa takut, depresi, dan tidak tenang [4]. Beberapa ancaman tersebut, baik secara fisik maupun psikologis membuat stamina seorang prajurit terkuras. Kelelahan dan rasa mengantuk selama bertugas hampir setiap saat menghantui para prajurit. Sedangkan selama bertugas, kondisi fisik dan psikis prajurit dituntut selalu dalam kondisi stabil dan prima. Kondisi tersebut akan mempengaruhi kualitas kinerja dan pengambilan keputusan seorang prajurit [5].

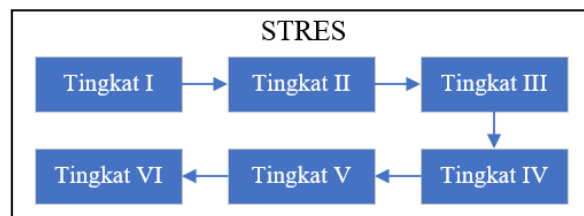
Stres dapat mempengaruhi fokus dan konsentrasi prajurit, khususnya bagi prajurit yang ditugaskan di daerah konflik. Stres yang tidak terkendali akan menyebabkan penyakit seperti aritmia dan hipoksemia [6]. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat untuk memantau stres seorang prajurit yang sifatnya *real-time* dan *portable*. Pada penelitian sebelumnya, Kumar dkk. [7] mengusulkan sistem untuk memonitor tiga sinyal fisiologis yaitu detak jantung, konduktansi kulit, dan suhu kulit secara non-invasif, serta mengklasifikasikan tingkat stres. Sistem dirancang berdasarkan IoT untuk orang yang tinggal di daerah terpencil. Di penelitian lainnya, Mozafari dkk. [8] menerapkan perangkat yang dapat dikenakan berbasis IoT dan teknologi penginderaan untuk pengumpulan data terkait stres yang berkelanjutan. Pada penelitian ini kami membuat sebuah alat yang dapat memantau stres seorang prajurit lewat deteksi denyut jantung

(*heart rate*) dan saturasi oksigen dalam darah (SpO2). Alat ini dilengkapi display yang secara *real-time* mengirimkan informasi stamina prajurit, memberitahukan kondisi normal ataupun abnormal, dan adanya alarm yang akan berbunyi ketika prajurit dalam kondisi abnormal. Alat ini diintegrasikan dengan *smartphone*, informasi *heart rate* dan SpO2 prajurit akan dikirimkan secara *real-time* melalui media internet, jadi pimpinan atau komandan regu dapat memantau keadaan kesehatan anggotanya ketika sedang bertugas.

II. STUDI LITERATUR

A. Stres

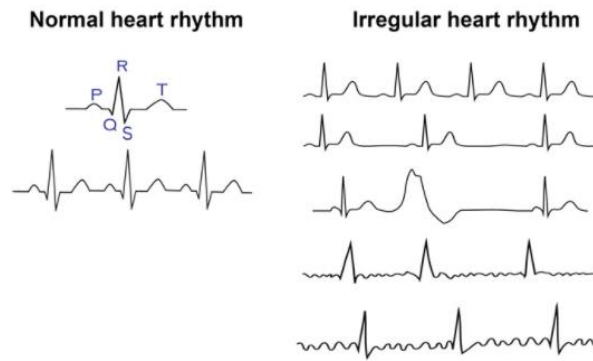
Stres merupakan reaksi tubuh terhadap situasi sulit, terdesak, ataupun berbahaya. Tubuh secara otomatis akan berusaha mempertahankan diri dengan lebih banyak memproduksi hormon adrenalin [9]. Berdasarkan Gambar 1, ada 6 tingkat stres yang bisa terjadi pada prajurit TNI ketika menjalankan tugasnya, stres tingkat satu merupakan tahapan yang paling ringan. Stres tingkat satu biasanya disertai dengan perasaan-perasaan seperti energi dan gugup berlebihan. Stres tingkat dua mulai timbul beberapa keluhan seperti merasa letih setelah bangun tidur, adanya gangguan sistem pencernaan, serta adanya perasaan tegang pada otot-otot punggung dan belakang leher. Stres tingkat tiga keluhan keletihan semakin nampak disertai gejala, seperti otot-otot terasa tegang, gangguan tidur, dan badan terasa seperti mau pingsan. Stres tingkat empat menunjukkan keadaan yang lebih buruk, ditandai dengan sulitnya bertahan dengan kegiatan sepanjang hari serta kehilangan kemampuan untuk menanggapi situasi sosial dan lingkungan. Stres tingkat lima ditandai dengan ketidakmampuan mengerjakan pekerjaan yang sederhana, perasaan takut yang berlebihan, dan adanya gangguan pencernaan yang lebih sering. Stres tingkat enam merupakan tahapan puncak gawat darurat, di tahapan ini prajurit mendapati gejala-gejala seperti debaran jantung yang teramat keras, sesak nafas, tubuh dingin, keringat bercucuran, badan gemeteran, dan tidak adanya tenaga untuk melakukan hal-hal yang ringan [6].



Gambar 1. Tingkat Stres Manusia

B. Aritmia

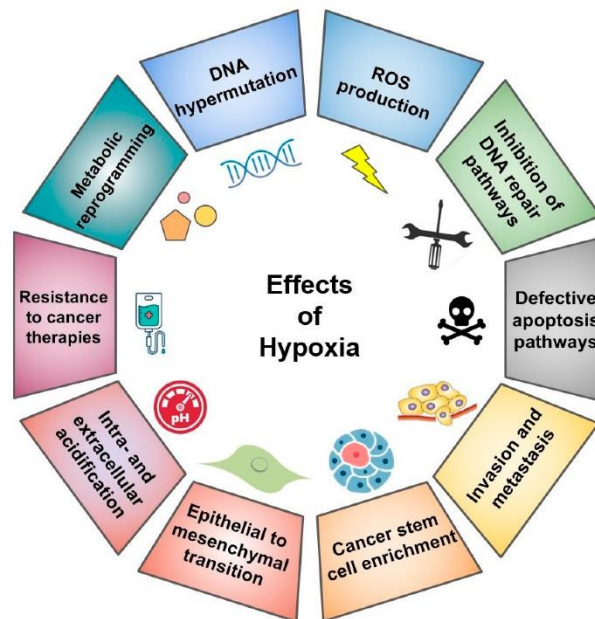
Aritmia merupakan kondisi abnormal, dimana terdapat gangguan penyaluran impuls listrik ke miokardium. Aritmia terdiri dari dua jenis, yaitu bradikardia dan takikardia. Bradikardia dicirikan dengan laju jantung yang terlalu lambat (kurang dari 60 kali per menit), sedangkan takikardia dicirikan dengan laju jantung yang terlalu cepat (lebih dari 100 kali per menit). Laju jantung normal berada pada rentang nilai 60 sampai 100 kali per menit untuk orang dewasa. Ketika prajurit istirahat, aktivitas jantung umumnya tidak terasa, namun setelah melakukan olah raga yang cukup berat atau setelah mengalami stres emosional, denyut jantung dapat dirasakan untuk waktu singkat. Hal tersebut adalah kondisi berdebar fisiologis, sedangkan berdebar di luar keadaan fisiologis adalah berdebar yang abnormal [10]. Kondisi jantung berdebar normal dan abnormal ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan Irama Jantung Normal dan Abnormal [11]

C. Hipoksemia

Hipoksemia adalah suatu kondisi turunnya kadar oksigen (O_2) di dalam darah arteri. kondisi ini menyebabkan suplai O_2 ke jaringan terhambat (hipoksia). Hipoksia menyebabkan kerusakan organ, jika tidak ditangani dengan baik maka akan mengakibatkan kematian. Rendahnya transfer O_2 dari paru ke aliran darah, ditandai dengan rendahnya tekanan darah parsial O_2 (di bawah 80 mm Hg) dapat menyebabkan gangguan oksigenasi. Normalnya, ketika diukur menggunakan alat oksimeter, saturasi oksigen dalam darah di atas 95% [12]. Efek dari hipoksia digambarkan pada Gambar 3.

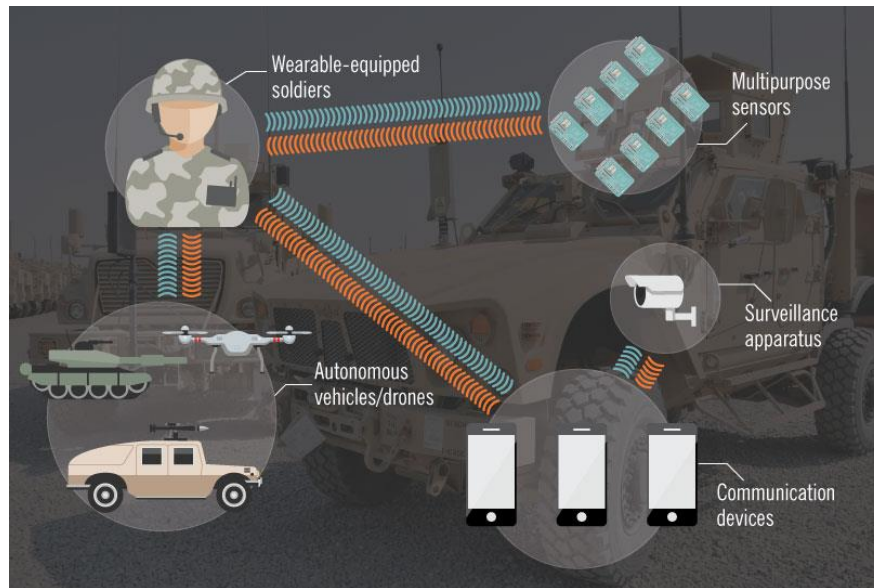


Gambar 3. Efek Hipoksia [13]

D. Internet of Military Things (IoMT)

IoMT merupakan pengembangan dari *Internet of Things* (IoT), dimana konsep ini melibatkan relasi penuh dari *sensing*, *computing*, dan *communication*. Hal ini mengarah ke skala informasi yang belum pernah ada sebelumnya yang dihasilkan oleh sensor jaringan dan unit komputasi. Seperti ilustrasi pada Gambar 4, mengintegrasikan perangkat penginderaan dan komputasi untuk dikenakan oleh tentara, kemudian ditanamkan dalam pakaian tempur, helm, sistem senjata, dan peralatan lainnya, merupakan salah satu dari beberapa tantangan kritis yang dihadapi penerapan solusi IoT di medan perang [14]. Dengan mengintegrasikan perangkat pintar di medan perang, ahli strategi militer memanfaatkan *Internet of Things* untuk mengasah taktik mereka. Penyebaran besar-besaran perangkat seperti sensor, perangkat yang dapat dikenakan,

kendaraan probabilistik otonom, dan drone diharapkan dapat mengubah medan perang militer masa depan menjadi ekosistem *Internet of Military Things* skala besar [15].



Gambar 4. *Internet of Military Things* [16]

III. METODOLOGI

A. Gambaran Umum

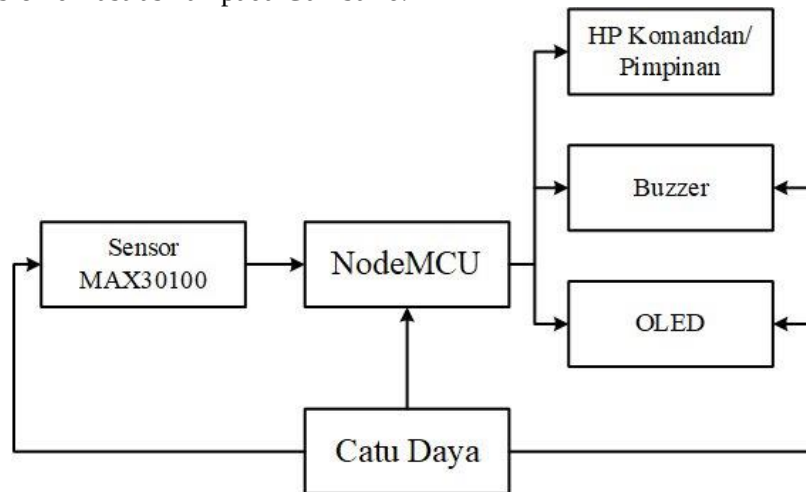
Gambaran umum alat oksimeter militer yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 5. Alat tersebut dapat menampilkan informasi berupa nilai BPM dan SpO2 prajurit melalui jari yang ditempelkan pada sensor. Alat tersebut terhubung dengan aplikasi di *smartphone*, sehingga informasi tadi juga dapat termonitor dari jarak jauh.



Gambar 5. Gambaran Umum Alat

B. Diagram Blok

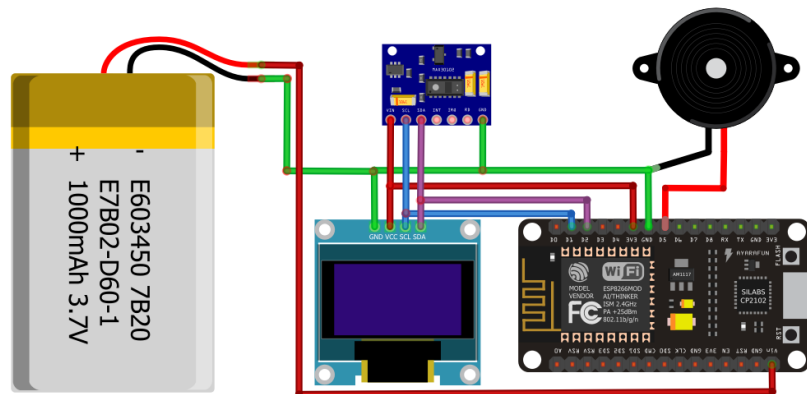
Diagram blok yang dibuat terkait dengan papan sirkuit rangkaian elektronik oksimeter militer. Bagian input adalah sensor Max30100 untuk mengukur heart rate dan saturasi oksigen dalam darah, bagian pemrosesan ada NodeMCU sebagai pusat kendali, bagian output ada OLED, buzzer, dan HP pimpinan untuk menampilkan data dan alarm. Diagram blok diilustrasikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Blok

C. Skematik Rangkaian

Skematik rangkaian pada Gambar 7 digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis rangkaian elektronik. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sambungan antar komponen sudah tepat dan aman, sehingga dapat menghindari adanya salah sambungan, hubung singkat, dan mempermudah keperluan pemrograman. Skematik rangkaian ini juga digunakan sebagai dasar dalam pembuatan PCB.

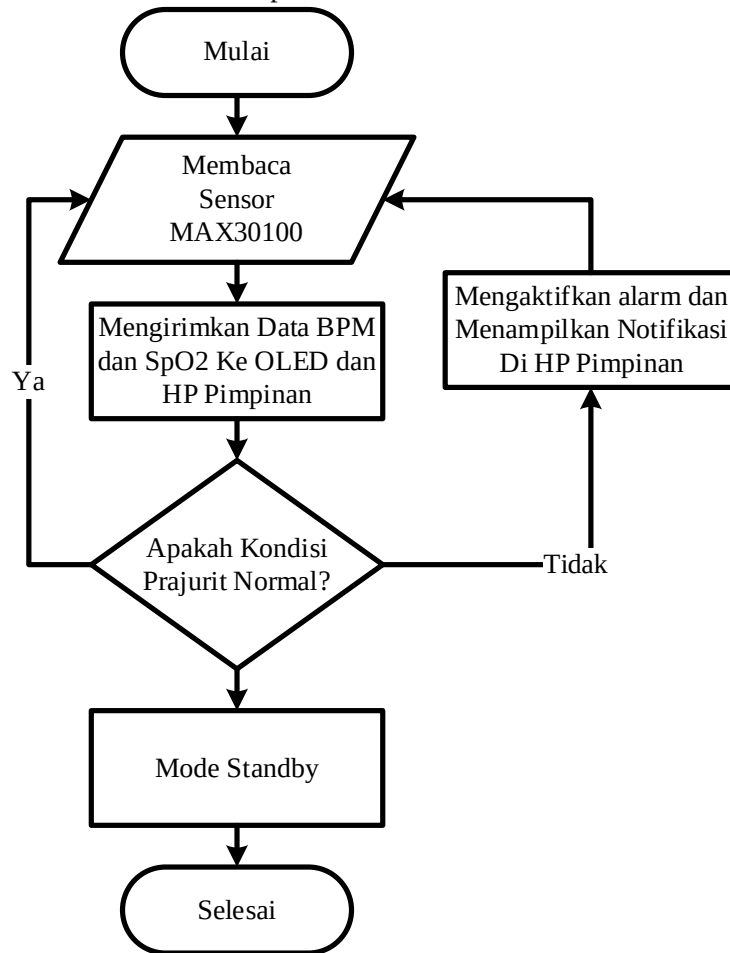


Gambar 7. Skematik Rangkaian

D. Diagram Alir Sistem

Diagram alir dibuat untuk mengetahui cara kerja oksimeter militer. Ketika tombol saklar diarahkan pada posisi *on*, maka sistem akan menyala termasuk sensor Max30100 yang siap membaca data. Saat pengguna menempelkan jarinya, data *heart rate* (BPM) dan saturasi oksigen dalam darah (SpO2) akan ditampilkan di OLED dan aplikasi *smartphone*. Apabila nilai BPM dan SpO2 berada di dalam batas yang ditentukan, maka akan ada bahwa kondisi normal dan alarm tidak akan hidup. Namun apabila nilai BPM

dan SpO2 melebihi atau kurang dari batas yang ditentukan, maka akan ada notifikasi kondisi abnormal dan alarm akan hidup.



Gambar 8. Diagram Alir Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Oksimeter Militer yang dibuat bersifat *portable* dan dikemas sedemikian rupa menggunakan bahan dasar *acrylic*, sehingga mudah dibawa kemanapun dan disimpan dimanapun. Alat ini dilengkapi sebuah baterai *Lithium Polymer* 400 mAh yang dapat diisi ulang jika energinya habis.

A. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan dengan dibantu relawan saat berada dalam kondisi sehat. Pengujian alat dilakukan dengan menempelkan salah satu jari ke oksimeter militer yang dibuat, sementara itu jari yang lain ditempelkan ke oksimeter pabrikan (sebagai validator). Posisi relawan pada saat dilakukannya pengujian yaitu dalam posisi duduk. Posisi tangan berada di atas meja sejajar dengan dada, sehingga pengambilan data dilakukan saat tubuh dalam posisi yang rileks. Pengambilan data BPM dan SpO2 relawan dilakukan selama lima menit yang dilakukan sebanyak satu kali. Karena pembacaan sensor dilakukan setiap tiga detik sekali, maka relawan memiliki 100 data. Sampel hasil pengujian alat disajikan pada Gambar 9 dan Tabel 1 berikut ini.



Gambar 9. Pengujian Alat

Tabel 1. Sampel Hasil Pengujian Alat

Detik ke-	BPM		SpO2 (%)	
	Oksimeter Militer	Oksimeter Pabrikan	Oksimeter Militer	Oksimeter Pabrikan
3	86	87	98	98
6	86	87	97	97
9	85	85	97	97
12	85	86	97	97
15	86	85	98	98
18	87	85	98	98
21	85	86	97	98
24	86	85	97	98
27	85	85	98	98
30	85	86	98	97
...	...	...	...	...
300	85	86	98	98
Rata-rata ($\bar{X}$)	85,81	86,01	97,51	97,39
% Error	$\left \frac{85,81 - 86,01}{86,01} \right \times 100 = 0,23$		$\left \frac{97,51 - 97,39}{97,39} \right \times 100 = 0,12$	

Berdasarkan Tabel 1 di atas, dari 100 data yang dihimpun selama pengujian, didapatkan galat 0,23 % untuk pengujian *heart rate* dan 0,12 % untuk pengujian saturasi oksigen dalam darah. Hal ini menunjukkan bahwa oksimeter yang dibuat memiliki

akurasi yang baik dalam mengukur *heart rate* dan saturasi oksigen dalam darah, yaitu masing-masing 99,7 % dan 99,88 %. Pada pengujian yang telah dilakukan, kondisi pasien dalam keadaan sehat karena *heart rate* dan saturasi oksigen dalam darah berada di dalam batas normal. Pada kondisi ini relawan tidak ada tanda-tanda stres, sehingga tidak timbul gejala aritmia dan hipoksemia. Kondisi inilah yang diharapkan juga ketika alat ini diterapkan di lapangan. Dengan ditugaskannya prajurit di daerah konflik ataupun medan perang, selama tingkat stres mereka terjaga, maka fokus dan konsentrasi mereka juga akan terjaga.

B. Tampilan Aplikasi

Beberapa *widget* yang dipakai dalam arsitektur aplikasi ini antara lain *Labeled Value*, *Gauge*, *LED*, *SuperChart*, *Notification*, dan *Eventor*. Semuanya diintegrasikan menjadi satu sesuai dengan fungsinya masing-masing. Sistem yang dibangun menggunakan protokol komunikasi MQTT (*Message Queuing Transport*), yaitu suatu protokol yang dirancang khusus untuk keperluan *machine to machine* yang tidak memiliki alamat khusus seperti NodeMCU yang digunakan. Sistem kerja protokol ini yaitu dengan menerapkan *Publish* (mengirim) dan *Subscribe* (menerima) data. Pada dasarnya, divais akan terhubung pada sebuah *Broker* dan mempunyai *Topic* tertentu. *Broker* bertugas untuk menangani data *Publish* dan *Subscribe* dari berbagai divais, sedangkan *Topic* merupakan pengelompokan data di suatu kategori tertentu.



Gambar 10. Tampilan Aplikasi

Aplikasi ini dapat diinstal di ponsel siapapun, baik komandan maupun pimpinan prajurit, sehingga sewaktu-waktu dapat memonitor kondisi prajurit saat melakukan tugas.

Di aplikasi ini terdapat fitur untuk melihat histori pengukuran *heart rate* dan saturasi oksigen dalam darah yang tersimpan dalam bentuk file .csv.

V. KESIMPULAN

Oksimeter militer ini dirancang dan dibuat sebagai alat bantu kesehatan saat prajurit TNI bertugas. Alat ini dapat mengukur laju jantung (BPM) dan saturasi oksigen dalam darah (SpO2) untuk mengetahui tingkat stres prajurit yang ditugaskan di daerah konflik ataupun medan perang. Pengendalian stres yang baik dapat menghindarkan prajurit dari gangguan aritmia dan hipoksemia. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan akurasi yang baik dalam mengukur BPM dan SpO2, yaitu masing-masing sebesar 99,7 % dan 99,88 %. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, oksimeter militer ini dapat dijadikan alat bantu kesehatan untuk memantau kondisi kesehatan prajurit selama bertugas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Kasenda, S. Djati, and Suprpto, "Analisis Profesionalisme Prajurit TNI Angkatan Laut Dalam Mendukung Pertahanan Negara di Komando Armada I," *J. Manaj. Pertahanan*, vol. 6, no. 2, pp. 108–127, 2020.
- [2] N. Soleh, "Pembinaan Mental dan Implikasinya Terhadap Penguatan Karakter Religius Prajurit TNI-AD Korem 073/Makutarama Salatiga," IAIN Salatiga, 2020.
- [3] F. Pantouw, "Implementasi Kurikulum Integrated System Pada Akademi TNI (Akmil) Tahun 2011-2012 Dalam Rangka Penyiapan SDM Pertahanan Darat," *J. Prodi Strateg. Pertahanan Darat*, vol. 3, no. 2, pp. 77–103, 2017.
- [4] L. McBard, A. Wood, and M. Fossey, "The Impact of Service Life on the Military Child," UK, 2021.
- [5] M. I. Rokhim, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Stres Kerja di Batalyon Arhanud 11/WBY," Universitas Medan Area, 2019.
- [6] G. Y. Asih, H. Widhiastuti, and R. Dewi, *Stres Kerja*, 1st ed. Semarang: Semarang University Press, 2018.
- [7] R. Kumar, Ranjith, Saran, and Surendar, "IoT Based Physiological Stress Monitoring and Managing Device," *Int. J. Innov. Res. Adv. Eng.*, vol. 6, no. 3, pp. 225–229, 2019.
- [8] M. Mozafari, F. Firouzi, and B. Farahani, "Towards IoT-enabled Multimodal Mental Stress Monitoring," 2020.
- [9] H. Yaribeygi, Y. Panahi, H. Sahraei, T. Johnston, and A. Sahebkar, "The Impact of Stress on Body Function: A Review," *EXCLI*, vol. 16, pp. 1057–1072, 2017.
- [10] Y. Yuniadi, "Mengatasi Aritmia, Mencegah Kematian Mendadak," *eJournal Kedokt. Indones.*, vol. 5, no. 3, pp. 139–146, 2017.
- [11] H. L. Fern, "Apakah Denyut Jantung Anda Tidak Normal? Semua Tentang Aritmia," *health plus*, 2018.
<https://www.mountelizabeth.com.sg/id/healthplus/article/arrhythmia-guide> (accessed Oct. 07, 2021).
- [12] C. Dewi, R. Yaswir, and Desywar, "Korelasi Tekanan Parsial Oksigen Dengan Jumlah Eritrosit Berinti Pada Neonatus Hipoksemia," *J. Kesehat. Andalas*, vol. 8, no. 1, pp. 76–80, 2019.
- [13] R. Shi, C. Liao, and Q. Zhang, "Hypoxia-Driven Effects in Cancer: Characterization, Mechanisms, and Therapeutic Implications," *MDPI*, vol. 10, no.

3, 2021.

- [14] A. Castiglione, K.-K. R. Choo, M. Nappi, and S. Ricciardi, "Context Aware Ubiquitous Biometrics in Edge of Military Things," *IEEE Cloud Comput.*, vol. 4, pp. 16–20, 2017.
- [15] A. Pant, "Internet of Things Centricity of Future Military Operations," *J. Def. Stud.*, vol. 13, no. 2, pp. 22–58, 2019.
- [16] V. ECE, "Laying groundwork for the Internet of Battlefield Things," *Bradley Department of Electrical and Computer Engineering*, Blacksburg, Jan. 04, 2017.