

Sistem Sensor Detak Jantung Guna Mendukung Kebugaran Crew Saat Melaksanakan Dinas Jaga Mesin

Marchellinus Ivan H. P¹, Abdi Seno², Andy Wahyu Hermanto³✉

^{1,2,3}Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

andy@pip-semarang.ac.id

Abstract

The 2010 Manila Amendment Standard of Training Certification and Watchkeeping (STCW) regulation is to create and develop a system that can support the fitness of duty officers on duty. The officer's fitness is determined by the value of the heart rate at the start of watch duty. For that we need a system that can measure the heart rate quickly and precisely. This system must work effectively and accurately inform each officer's measurements. So this research was carried out with the aim of building an effective heart rate measurement. This system is supported by the Arduino Nano Microcontroller and an alarm system that provides information on the fitness of the officers. The method used is Research and Development which refers to ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The result of this research is a heart rate measuring product that works very effectively. The required input consists of a grove-ear clip heart rate sensor as a heart rate detector in the form of a pulse signal and a vibrating DC motor with a buzzer as an alarm that generates a shock for the user of the device. The indications for this tool are using Bradycardia, Normal and Tachycardia heart conditions. So that this research is very much needed in supporting the testing of the fitness of tasks in carrying out the machine guard service properly and guaranteed.

Keywords: Device, Sensor, Heart Rate, Crew, Fitness.

Abstrak

Regulasi Standard of Training Certification and Watchkeeping (STCW) Amandemen Manila 2010 adalah menciptakan dan mengembangkan sistem yang dapat mendukung kebugaran petugas dinas jaga. Kebugaran petugas ditentukan oleh nilai dari detak jantung pada saat memulai tugas jaga. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengukur detak jantung secara cepat dan tepat. Sistem ini harus bekerja dengan efektif dan menginformasikan setiap pengukuran petugas dengan tepat. Maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan membangun pengukuran detak jantung dengan efektif. Sistem ini didukung Mikrokontrol Arduino Nano dan sistem alarm yang memebrikan informasi kebugaran petugas. Metode yang digunakan adalah Research and Development yang mengacu pada ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Hasil dari penelitian ini adalah produk pengukur detak jantung dengan bekerja sangat efektif. Input yang dibutuhkan terdiri atas sensor heart rate grove-ear clip sebagai pendekripsi detak jantung dalam bentuk signal pulsa dan Motor DC getar dengan Buzzer sebagai alarm yang menghasilkan kejut bagi pengguna alat. Indikasi perintah alat ini menggunakan kondisi jantung Bradikardia, Normal dan Takikardia. Sehingga penelitian ini menjadi sangat dibutuhkan dalam pendukung pengujian terhadap kebugaran tugas dalam melaksanakan dinas jaga mesin dengan baik dan terjamin.

Kata kunci: Alat, Sensor, Detak Jantung, Crew, Kebugaran.

JIdT is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Terdapat tiga aspek yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kapal, yaitu aspek manusia, keadaan kapal, dan lingkungan. Menurut Organisasi Maritim Internasional bahwa 80% kecelakaan kapal disebabkan oleh kesalahan manusia atau human error [1]. Berdasarkan regulasi Standards of Training, Certification and Watchkeeping (STCW) VIII/1 2010, maka setiap pelaksana mensyaratkan bahwa sistem jaga diatur sedemikian rupa [2] sehingga efisiensi semua crew dinas jaga tidak terganggu oleh kelelahan [3].

Tugas-tugas dinas jaga diatur sedemikian rupa sehingga jaga pertama pada awal pelayaran dan untuk dinas jaga

berikutnya sudah mendapat istirahat yang cukup serta layak untuk bertugas [4].

Salah satu komponen penting kebugaran jasmani yang berkaitan langsung dengan kesehatan yaitu daya tahan kardiorespirasi [5], yaitu adalah kemampuan jantung, paru-paru, dan pembuluh darah untuk mempertahankan fungsinya secara optimal selama melakukan aktivitas sehari-hari yang berkepanjangan tanpa mengalami kelelahan yang berarti. Kondisi detak jantung menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat konsentrasi [6].

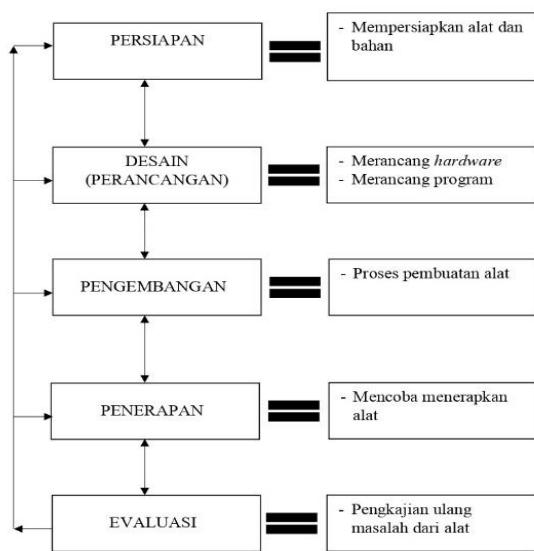
Pada kapal Very Large Crude Carrier/Malaccamax (VLGC) Pertamina Gas 1 terdapat kasus, yaitu seorang

crew kapal yang sedang melaksanakan dinas jaga mesin tidak sengaja tertidur. Hal tersebut sering terjadi ketika sedang bertugas dengan aktivitas fisik yang minim dan pada dinas jaga malam [7]. Kejadian ini pun sering ditemui di dalam Engine Control Room saat sedang melakukan pemantauan pada panel. Crew tersebut dapat terbangun dan terjaga jika terjadi faktor eksternal, seperti suara alarm pada kamar mesin [8].

Dari uraian diatas, maka dilakukan penelitian dalam membangun sebuah sistem sebagai alat bantu yang dapat membantu crew tetap terjaga. Kondisi rasa kantuk saat melaksanakan dinas jaga mesin dapat diidentifikasi dengan meminimalkan aktivitas fisik. Prinsip kerja sistem adalah mendeteksi detak jantung atau *heart rate crew* dinas jaga mesin. Apabila detak jantung crew dinas jaga mesin di bawah maupun di atas normal [9], maka alat akan bekerja dengan mengaktifkan sistem alarm. Peneliti ini bertujuan untuk membangun sistem pengukuran tingkat kebugaran dari nilai detak jantung rendah dan tinggi pengguna dengan menggunakan metode Photoplethysmography secara tepat dan efisien.

2. Metodologi Penelitian

Metode R&D (Research and Development) atau dalam bahasa indonesia adalah penelitian dan pengembangan, digunakan oleh peneliti di dalam penelitian ini. Metode pengembangan merupakan metode penelitian yang difungsikan untuk menghasilkan produk tertentu atau baru [10], dan mengkaji keefektifan produk tersebut. Penelitian yang dilakukan dimulai dari mempersiapkan alat dan bahan, perancangan, pembuatan, penerapan dan evaluasi. Model yang di gunakan dalam penelitian ini adalah *Analysis, Desain, Development, Implementation, Evaluatoration (ADDIE)* [11].



Gambar 1. Model ADDIE

2.1. Prosedur Penelitian

Dalam tahap ini, prosedur penelitian disusun dengan dasar model ADDIE agar pelaksanaannya terarah dan sistematis. Penelitian mulai dari mempersiapkan alat dan bahan, perancangan, pembuatan, penerapan dan evaluasi di bengkel pribadi penulis. Tahap – tahap dalam penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

a. Alat dan bahan

Sebelum dilakukannya perancangan alat, persiapan dan pemilihan alat serta bahan harus disiapkan dengan baik. Pemilihan alat dan bahan dipertimbangkan menurut kegunaan dan kebutuhannya di alat tersebut. Diharap seefektif mungkin agar dapat digunakan dengan nyaman dan bekerja dengan baik. Daftar alat yang digunakan dapat dilihat pada Table 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Peralatan

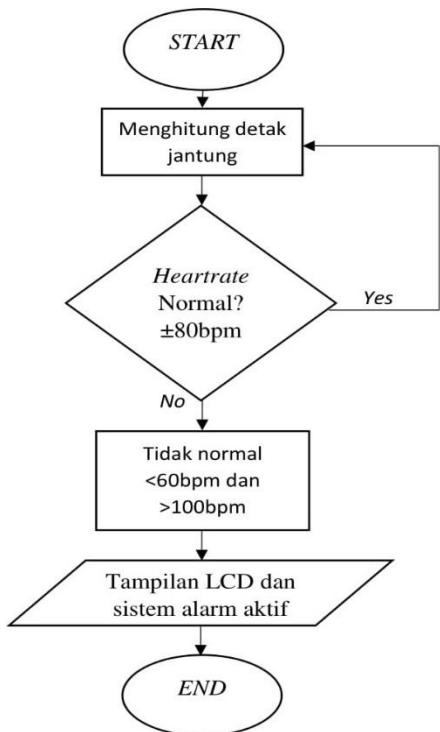
No.	Nama Alat	No.	Nama Alat
1.	Multimeter analog	7.	Mesin Printing 3D
2.	Tang potong	8.	Amplas halus
3.	Obeng kecil	9.	Laptop
4.	Bor kecil	10.	Alat tulis
5.	Isolasi Listrik	11.	Solder listrik
6.	Gunting	12.	Mata bor PCB

Tabel 2. Bahan

No.	Nama Bahan	No.	Nama Bahan
1.	Lem Alteco	10.	Filament 3D
2.	Socket DC 5.5mm & Jack 3.5mm	11.	Grove Ear-Clip Heartrate Sensor
3.	Timah Solder	12.	Transistor BD139
4.	Model charger	13.	LCD16x2
5.	Lem bakar	14.	I2C LCD
6.	Saklar ON/OFF	15.	Dioda 1N4004
7.	Buzzer	16.	Arduino Nano
8.	Kabel Pelangi	17.	Motor DC getar
9.	Baterai	18.	Adjustable Armband

b. Flowchart program

Sensor ear clip membaca detak jantung mendapatkan hasil yang akan dibaca oleh Arduino Nano lalu akan diproses sesuai perintah program yang akan dibuat dengan menggunakan aplikasi untuk pemrograman Arduino, Arduino IDE (Integrated Development Environment) yang dapat diunduh dari website resmi Arduino, pada penelitian ini penulis menggunakan Arduino IDE versi 1.6.10. Maka dalam tahap ini penulis membuat program berdasarkan pengkategorian jumlah detak jantung pada manusia serta efeknya dan sistem alarm untuk memperingatkan pengguna dengan hasil pembacaan. Dalam langkah ini, maka dibuat flowchart program sebagai gambaran dari alat tersebut. Flowchart sendiri merupakan representasi grafis dari langkah atau urutan prosedur program dalam bahasa pemrograman [12].



Gambar 2. Flowchart Program Alat

c. Kalibrasi sensor

Pembacaan detak jantung oleh sensor ear clip harus selaras dengan pembacaan asli. Pada tahap ini penulis akan membandingkan pembacaan detak jantung oleh sensor ear clip dengan pembanding, yaitu dengan sensor detak jantung SpO₂ Patien Monitor sebagai parameter bpm karena dianggap sangat akurat telah teruji dan dibantu oleh ahli dibidangnya. Maka perhitungan kesalahan akan dihitung dengan Rumus (1).

$$\% \text{kesalahan} = \left| \frac{\text{Alat Peneliti} - \text{Patient Monitor}}{\text{Patient Monitor}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Lalu hitung rata-rata toleransi kesalahan pembacaan detak jantung. Dalam buku pedoman pengujian dan kalibrasi alat kesehatan, nilai penyimpangan yang diijinkan jenis keluaran detak jantung adalah sebesar 5% sehingga dapat memenuhi standar [5]. Jika lebih dari itu dapat dilakukan evaluasi dari program, dihitung dengan menggunakan Rumus (2).

$$\text{rata - rata \%kesalahan total} = \frac{\text{total \%kesalahan}}{\text{banyaknya data}} \quad (2)$$

2.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan alat yang digunakan untuk membantu peneliti dalam pengumpulan data agar kegiatan tersebut menjadi mudah dan sistematis guna melangkah ke penelitian selanjutnya, dimana informasi dan data-data tersebut sangat berguna.

Untuk pijakan dalam proses pembuatan alat sensor detak jantung guna mendukung kebugaran crew saat

melaksanakan dinas jaga mesin. Metode yang digunakan adalah observasi, kepustakaan dan dokumentasi.

2.3. Uji Keabsahan Data

keabsahan data merupakan data yang tidak berbeda antara data yang diperoleh peneliti dengan data yang sebenarnya terjadi pada objek penelitian, sehingga keabsahan data tersebut dapat diperhitungkan. Pengujian ini nantinya akan menunjukkan tingkat keabsahan atau keaslian dari data yang dipakai penulis.

Uji keabsahan data penelitian ini melibatkan ahli yang berkompeten dibidangnya, dalam hal ini peneliti menunjuk ahli medis di Poliklinik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang untuk pengujiannya karena alat ini berkaitan dengan bagian itu. Kegiatan pengujian alat ini dilakukan oleh peneliti dengan mendemonstrasikan alat dari dalam sistem operasi atau cara kerja, komponen dan fungsi alat tersebut secara detail. Nantinya, dari hasil pengujian dengan ahli akan mendapat evaluasi baik dari segi alat tersebut maupun penjelasan dari sistem kerjanya. Evaluasi dari ahli nantinya akan menjadi masukan agar semakin maksimal dalam pembuatan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum

Segala sesuatu tentang dinas jaga mesin di kapal telah diatur oleh Standart of Training Certification and Watchkeeping (STCW), pada STCW bab VIII/1 telah dipaparkannya hal yang mengatur tentang kebugaran seluruh crew yang sedang melaksanakan dinas jaga di atas kapal. Alat ini sebagai alat bantu yang dapat menjadi dukungan untuk crew menunjang kebugarannya dengan menilai detak jantung pengguna saat melaksanakan dinas jaga terutama pada crew mesin.

Detak jantung sebagai acuan untuk alat ini bekerja kerja dikarenakan nilai detak jantung juga membentuk parameter penting yang menentukan kesehatan fisik dan mental seseorang, sensor yang menghitung nilai detak berupa sinyal pulsa diteruskan dan dibaca oleh Arduino Nano. Sebagai mikrokontroller, Arduino Nano telah diprogram dalam pembacaan sinyal pulsa dari sensor detak jantung menjadi tiga kondisi yaitu, kondisi normal dengan perintah akan tetap menghitung, terlalu rendah nilai detak jantung (bradycardia) dengan perintah mengaktifkan sistem alarm dan terlalu tinggi nilai detak jantung (tachycardia). Alat ini dilengkapi dengan sistem alarm berupa suara (buzzer) dan getar (vibration) yang diharapkan membuat kondisi kejut sebagai tanda bahwa adanya gangguan pada kebugaran pengguna.

Setelah sistem alat berfungsi pengguna dapat menyesuaikan kondisi yang terjadi pada dirinya dan wajib untuk masuk kedalam kondisi normal, jika tidak atau ada sesuatu halangan maka disarankan untuk

menghubungi Chief Engineer atau Officer in charge agar terjadi koordinasi untuk apa yang telah terjadi.

3.2. Pembuatan Alat

Perancangan alat bantu rancang bangun sensor detak jantung guna mendukung kebugaran crew saat melaksanakan dinas jaga mesin dibuat dengan beberapa tahap. Terdapat 7 tahap dalam pembuatan dan setiap tahapan harus dilalui agar tercapainya alat ini.

a. Mempersiapkan alat dan bahan

Pemilihan bahan dibuat seefektif mungkin agar dapat digunakan dengan nyaman dan bekerja dengan baik terdiri dari komponen-komponen elektronik pendukung keberhasilan alat ini dan alat sebagai pendukung untuk merancang dan membuat.

Bahan-bahan yang digunakan adalah sensor grove-ear clip heart rate, Arduino nano, LCD 16x2, buzzer, motor getar DC, rechargeable battery, saklar, adjustable armband, lem dan kabel pelangi. Alat-alat yang digunakan adalah Printer 3D, Solder listrik, Laptop, Lem dan gunting yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Arduino Nano

Aspek	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega328
Arsitektur	AVR
Tegangan kerja	5 V
Memori flash	32 KB
SRAM	2 KB
Kecepatan clock	16 MHz
Pin analog	8
EEPROM	1 KB
Arus DC tiap pin I/O	40 mA (I/O Pins)
Tegangan input	7-12 V
Pin digital	22
Keluaran PWM	6
Konsumsi daya	19 mA

b. Membuat desain

Peneliti membuat desain pertama dengan menggambar dengan tangan lalu diaplikasikan kedalam computer. Nantinya desain akan dibuat dengan aplikasi Sketchup 8 dan desain akan dimasukan kedalam aplikasi Cura 14.07 yang berfungsi untuk memproses pembuatan cover dengan Printer 3D.

Alat akan dibuat menempel pada lengan atas pengguna dan peneliti menggunakan ukuran rata-rata lengan orang dewasa sebagai acuan desain tetapi nantinya alat akan menggunakan sabuk yang dapat dipakai banyak ukuran lengan, pemilihan ini dikarenakan sensor menggunakan pulse sensor yang menempel pada telinga dan membuat pengguna tidak terganggu aktivitasnya.

c. Pembuatan cover

Setelah melaksanakan proses perancangan, peneliti memulai proses printing. Pembuatan cover menggunakan tinta filamen untuk printer 3D dengan printer Anet E16 dan aplikasi Cura 14.07 sebagai

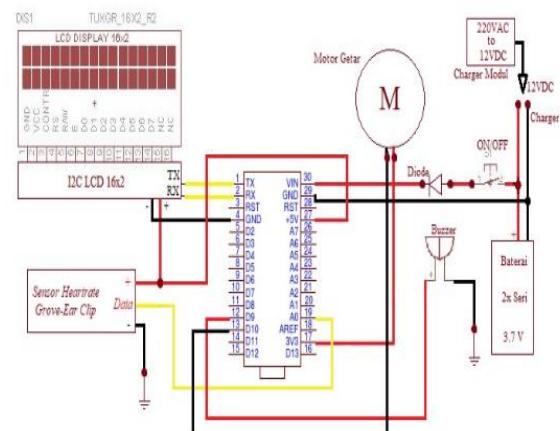
perintah untuk mulai mencetak yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Printing

d. Pembuatan rangkaian

Dalam pembuatan alat, peneliti membuat rangkaian yang terdiri dari komponen-komponen elektronika dengan Arduino Nano sebagai mikrokontrol atau otak dari rangkaian. peneliti akan menghubungkan sensor detak jantung ear grove yang akan membaca nilai detak jantung dan LCD sebagai display keterangan alat serta sistem alarm yang akan bekerja dengan perintah dari Arduino Nano.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Jantung

e. Pemograman

Setelah rangkaian jadi, proses selanjutnya adalah pemrograman atau coding dengan menggunakan computer atau laptop. Aplikasi untuk pemrograman Arduino adalah Arduino IDE (Integrated Development Environment) yang dapat diunduh dari website resmi Arduino, pada penelitian ini penulis menggunakan Arduino IDE versi 1.6.10 dalam memprogram Arduino Nano yang akan digunakan. Nantinya terdapat dua fungsi penting yang ditampilkan, yaitu fungsi void setup () { bekerja sekali, dan fungsi void loop () { bekerja secara berulang-ulang. Fungsi penting ini muncul saat tampilan awal Arduino IDE. Logika perhitungan disajikan pada Gambar 5.

```

cli();
analog_data = analogRead(sensor_pin);
samplecounter += 2;
//pengambilan rumus sebanyak 2x
int N = samplecounter - lastBeatTime;
if (analog_data < thresh && N >
(time_between_beats / 5) * 3)
{
if (analog_data < trough_value)
{
trough_value = analog_data;
}

```

Gambar 5. Logika Penghitungan Nilai Detak Jantung

f. Pengkalibrasian

Setelah melaksanakan pemrograman berhasil, tahap selanjutnya adalah kalibrasi perhitungan detak jantung. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menyamakan perhitungan detak jantung asli dengan pembacaan Arduino dari sensor detak jantung dan menghindari salah hitung Arduino. Peneliti menggunakan alat bantu yaitu Patient Monitor atau Bedside Monitor adalah sebuah alat yang berfungsi untuk memantau vital sign pasien yang berupa detak jantung, nadi, tekanan darah, temperature, dan bentuk pulsa jantung bpm secara terus menerus [13].

Tabel 4. Hasil Kalibrasi

No.	Alat Peneliti	Patient Monitor	Kesalahan%
1.	86 bpm	87 bpm	1,15 %
2.	91 bpm	93 bpm	2,15 %
3.	92 bpm	93 bpm	1,08 %
4.	86 bpm	85 bpm	1,18 %

Setelah didapat data kesalahan dalam persen tiap-tiap uji coba, peneliti menghitung toleransi rata-rata kesalahan alat.

$$\begin{aligned}
 \text{rata - rata \%kesalahan total} &= \frac{\text{total \%kesalahan}}{\text{banyaknya data}} \\
 &= \frac{5,56}{4} \\
 &= 1,39 \%
 \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat diketahui prosentase kesalahan total alat yaitu sebesar 1,39 %, nominal ini masih baik dan masuk dalam batas nilai penyimpangan. Nilai penyimpangan yang diijinkan yaitu sebesar 5 %. Sehingga dapat dikatakan alat berjalan dengan baik.

g. Pengujian keabsahan data

Untuk mengetahui validitas atau keabsahan data dari penelitian ini, maka dilakukan uji coba. Pengujian meliputi pemeriksaan prinsip kerja dan kegunaan alat yang dilakukan oleh peneliti dan di uji coba oleh ahli kesehatan. Dalam hal ini penulis menunjuk seorang kepala dokter Poliklinik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yaitu dr. Rosvy Walida dengan pengujian bertempat di ruang kerja kepala Poliklinik. Pengujian pertama ialah pengujian prinsip kerja dari alat, hasil dari pengujian ini adalah teori dianggap sah sesuai

dengan maksud dan tujuan alat. Pengujian menjelaskan faktor kebugaran dapat dilihat dari detak jantung, nilai dari jantung dengan detak lemah ialah bradikardia yang dikarenakan mengantuk, kurangnya istirahat atau efek obat-obatan tertentu dan jantung dengan detak tinggi ialah takikardia dikarenakan efek alkohol atau obat-obatan tertentu. Dijelaskan juga banyaknya kelelahan pada crew kapal karena kurang istirahat yang membuat kebugaran manusia menjadi menurun produktivitasnya. Peengujian kedua ialah pengujian tampilan dan kenyamanan alat, Peneliti menerima evaluasi pada sabuk yang digunakan, ditemukan sabuk kurang nyaman dipakai dan dinilai kurang kuat saat melekat pada lengan. Setelah dilakukan evaluasi dan dilaksanakan revisi, ahli sebagai pengujian menerima dan menilai alat siap untuk digunakan serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya mungkin dapat memberikan sensor yang lebih besar pada alat. Secara keseluruhan tampilan sudah dianggap bagus dan siap.

3.3. Spesifikasi Alat

Setelah pembuatan alat ini terjadi terciptanya sebuah alat yang termasuk dalam kategori biomedis, merupakan sebuah bidang yang mengaplikasikan berbagai teknik ilmu pengetahuan, rekayasa, dan teknologi dalam memecahkan masalah di bidang kedokteran dan meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat.

Biomedis memerlukan penggabungan kemampuan seorang insinyur dalam merakit dan ilmu kedokteran dalam diagnosa, pengawasan serta terapi demi terciptanya sebuah alat.

Tabel 5. Spesifikasi Alat

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	Arduino Nano(ATmega328)
Sensor	heart rate grove-ear clip
LCD	16x2
Sistem alarm	Motor DC getar dan Buzzer
Baterai	3000mAH (Rechargeable)
Tegangan kerja	5 VDC – 8 VDC
Ketepatan	1,39%
Hardware	Filament PLA+
Sabuk	Adjustable armband
Adaptor	Input = 220VAC Output = 12VDC
Dimensi	Panjang = 10 cm Lebar = 10,3 cm Tebal = 4,3 cm

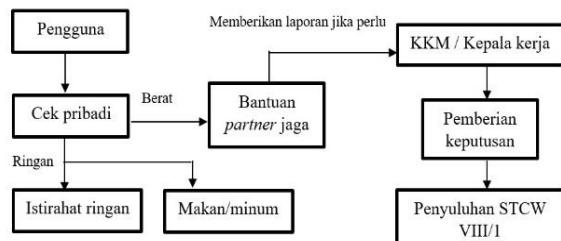
3.4. Sistem Kerja Alat

Dalam penelitian ini, alat yang peneliti buat dan kembangkan terdiri dari beberapa komponen antara lain adalah Arduino Nano sebagai mikrokontroler untuk memproses data, sensor heart rate grove-ear clip bertindak sebagai pembaca nilai detak jantung dengan data berupa sinyal pulsa yang akan diberikan atau dibaca oleh mikrokontroler, LCD menampilkan data nilai detak jantung dan kondisi, sistem alarm berupa motor DC getar dan buzzer yang membuat kejut pada

pengguna dan sistem catu daya dengan 2 baterai dipasang seri berkapasitas 3000mAH.

Dimana alat ini bekerja dengan membaca nilai detak jantung pengguna yang diletakan pada daun telinga lalu data berupa sinyal pulsa tersebut diteruskan ke Arduino Nano, setelah pembacaan oleh mikrokontroler terjadi 3 kondisi atau kemungkinan terjadi tergantung dengan nilai detak jantung yang diterima.

Kondisi pertama adalah normal dengan nilai detak jantung 60-100bpm, maka Liquid Crystal Display (LCD) akan menampilkan tampilan "Kondisi Normal" dan sensor akan tetap mendeteksi serta membaca laju detak jantung karena indikasi dianggap dalam keadaan normal. Kondisi kedua adalah detak melemah dengan nilai detak jantung <60 bpm, maka LCD akan menampilkan tampilan "Detak Melemah" dan Arduino akan memberi perintah kepada sistem alarm, motor getar akan bergetar dan buzzer akan menghasilkan bunyi hingga pembacaan kembali di angka normal. Kondisi ketiga adalah detak meningkat dengan nilai detak jantung >100 bpm, maka LCD akan menampilkan tampilan "Detak Meningkat" dan Arduino akan memberi perintah kepada sistem alarm, motor getar akan bergetar dan buzzer akan menghasilkan bunyi hingga pembacaan kembali di angka normal. Setelah dilaksanakan pengkalibrasian ditemukan ketepatan sensor dari tingkat hasil kesalahan pembacaan yang memiliki nilai sebesar 1,39%.



Gambar 6. Bagan Alur Tindakan

Hasil penelitian dan pembahasan yang dipaparkan didapat cara membuat, sistem kerja dan manfaat dalam penelitian. Cara membuat alat ini dengan tujuh tahap yang harus di selesaikan yaitu adalah mempersiapkan alat dan bahan, membuat desain, membuat cover, membuat rangkaian, pemograman, kalibrasi dan uji coba atau pengujian keabsahan data. Sistem kerja alat ini dimana alat bekerja dengan 3 kondisi, yaitu adalah kondisi normal dengan nilai detak jantung 60-100bpm, detak meningkat dengan nilai detak jantung >100 bpm dan detak melemah dengan nilai detak jantung <60 bpm. Setelah dilaksanakan pengkalibrasian ditemukan ketepatan sensor dari tingkat hasil kesalahan pembacaan yang memiliki nilai sebesar 1,39%.

4. Kesimpulan

Sistem ini dapat bekerja dengan sangat baik dengan persentase kesalahan pembacaan hanya 1,39%. Sehingga dengan rendahnya kesalahan ini dapat melakukan pengecekan jantung dengan tepat dan efisien. Sistem kerja dari alat ini dapat mendukung kebugaran crew yang sedang melaksanakan dinas jaga mesin dengan menggunakan sistem kejut dengan tepat.

Daftar Rujukan

- [1]. Andoyo, L., Sarwito, S., & Zaman, B. (2015). Analisis human error terhadap kecelakaan kapal pada sistem kelistrikan berbasis data di kapal. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), G10-G14. DOI: 10.12962/j23373539.v4i1.9410
- [2]. Marchellinus, I. H. P. (2022). *Rancang Bangun Sensor Detak Jantung Guna Mendukung Kebugaran Crew Saat Melaksanakan Dinas Jaga Mesin* (Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang). <http://repository.pip-semarang.ac.id/3794/>
- [3]. Mawardi, K. (2021). Pengaturan Pelaksanaan Dinas Jaga di Kapal Sesuai STCW 1978 as Amended 2010. Majalah Ilmiah Bahari Jogja, 19(1), 87-103. DOI <https://doi.org/10.33489/mibj.v19i1.260>
- [4]. Blanc M. (2006). Tools For Improved Fishing Vessel Safety: The Torremolinos Protocol And The Stcw-F Convention. *SPC Fisheries Newsletter, Nearshore Fisheries Development and Training Adviser*, Secretariat of the Pacific Community.
- [5]. Rismayanthi, C. (2016). Profil tingkat volume oksigen maskimal (VO₂ max) dan kadar hemoglobin (HB) pada atlet Yongmoodo Akademi Militer Magelang. *Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi)*, 12(2).
- [6]. Wahjoedi. (2000). Landasan Evaluasi Pendidikan Jasmani. *PT. Panjagra Sindo Persada*, Jakarta.
- [7]. Zahara, R., & Yuliana, I. (2021). *Hubungan Kualitas Tidur, Kebiasaan Makan Dan Aktivitas Fisik Dengan Status Gizi pada Pekerja Shift Malam di PLTMH Niagara Kabupaten Oku Selatan* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University). <https://repository.unsri.ac.id/56090/>
- [8]. Prayoga, A., & Susilowati, I. F. (2017). Perlindungan Hukum Atas Keselamatan Penumpang KM. Kirana IX dalam Hal Terjadi Kecelakaan Kapal (Studi di PT Dharma Lautan Utama Surabaya). *NOVUM: Jurnal Hukum*, 4(4), 146-158. DOI: <https://doi.org/10.2674/novum.v4i4.24666>
- [9]. Lengkana, A. S., & Muhtar, T. (2021). *Pembelajaran Kebugaran Jasmani*. CV Salam Insan Mulia.
- [10]. Prabowo, R., Afroni, M. J., & Melfazen, O. (2021). Aplikasi Game Edukasi Android Mengenal Bahasa Inggris "Kids Abc" untuk Murid Tingkat Sekolah Dasar. *Science Electro*, 13(1).
- [11]. Almomem, R. K., Kaufman, D., Alotaibi, H., Al-Rowais, N. A., Albeik, M., & Albattal, S. M. (2016). Applying the ADDIE—analysis, design, development, implementation and evaluation—instructional design model to continuing professional development for primary care physicians in Saudi Arabia. *International Journal of Clinical Medicine*, 7(8), 538-546. DOI: 10.4236/ijcm.2016.78059.
- [12]. Hamzah, A., & Findawati, Y. (2021). Boarding House Information System Based on Geographic Location in Sidoarjo. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(1). DOI: <https://doi.org/10.21070/pels.v1i1.866>
- [13]. Dabukke, H., Sijabat, S., & Adiansyah, A. (2020). Rancang Bangun Pulse Oximetry (Spo2) Pada Alat Pasien Monitor. *Jurnal Teknologi Kesehatan dan Ilmu Sosial (Tekesnos)*, 2(2), 122-137.