

Design and Build Educational Vest for Cardiopulmonary Resuscitation as an Emergency Treatment for Cardiac Arrest

Agwin Fahmi Fahanani*¹, Nabila Nur Fitriani¹, Ika Setyo Rini², Aurick Yudha Nagara¹,
Sevito Fernanda Pambudi³, Monifa Arini³, Mohammad Fahri Ferdiansyah³

¹Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Univeritas Brawijaya

²Ilmu Keperawatan, Fakultas Kedokteran, Univeritas Brawijaya

³Teknik Elektro, Fakultas Kedokteran, Univeritas Brawijaya
Jalan Veteran, Malang, 65145

Corresponding email: agwinfahmi@ub.ac.id

Abstrak

Prevalensi kejadian henti jantung yang tidak tertangani dengan adekuat terbilang besar. Menurut American Heart Association (AHA), dari 70% kasus henti jantung di luar rumah sakit, sebanyak 50% tidak diketahui oleh masyarakat sekitar sedangkan hanya 10,8% yang dapat bertahan hidup setelah dibawa ke layanan gawat darurat. Hal tersebut diakibatkan kurangnya pengetahuan masyarakat awam terkait tindakan CPR/resusitasi jantung paru. VECPRI (Vest with CPR Instruction) merupakan sebuah inovasi rompi yang didesain untuk orang awam melakukan CPR. Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa operasional rompi VECPRI telah sesuai dan memenuhi untuk dilakukannya high quality CPR. Selain itu, dari hasil uji subsistem EKG diperoleh akurasi sebesar 86,5% karena dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Kata kunci— Henti Jantung, Resusitasi, Rompi Edukatif

Abstract

Prevalence of cardiac arrest cases that is not handled adequately are quite large. According to American Heart Association (AHA), there are 70% cases of out of hospital cardiac arrest where 50% isn't known by people around the scene and only 10,8% survive after being taken to emergency service. This problem is due to the lack of people knowledge about Cardio Pulmonary Resuscitation (CPR). VECPRI (Vest with CPR Instruction) is an innovative vest designed for non-medical people to perform CPR. The result of tests that have been carried out shows that the operation of VECPRI is appropriate and fulfill for high quality CPR. In addition, the EKG subsystem test obtained an accuracy of 86,5% because it is influenced by several factors.

Keywords— Cardiac Arrest, Resuscitation, Educative Vest

1. PENDAHULUAN

Jantung merupakan salah satu organ vital tubuh dimana ritmisitasnya harus dijaga setiap saat. Ketika gerak jantung tersebut mengalami ketidak ritmisan sesaat, maka beberapa organ tubuh lain akan mengalami gangguan pula. Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah kasus henti jantung. Henti jantung (*cardiac arrest*) adalah ketidak sanggupan curah jantung untuk memenuhi kebutuhan oksigen ke otak dan organ vital lainnya secara mendadak dan dapat kembali normal jika dilakukan tindakan yang tepat, atau akan menyebabkan kematian atau kerusakan otak menetap kalau tindakan tidak adekuat (Subagjo dkk., 2011). Ketidaksanggupan jantung dalam memompa mengakibatkan berkurangnya oksigen yang didistribusikan ke seluruh tubuh

terutama otak dan jantung itu sendiri. Apabila menurunnya kadar oksigen atau hipoksia pada otak, maka akan terjadi hilangnya kesadaran dan fungsi dari otak dimana jika tidak segera ditolong akan menyebabkan kematian dari sel otak. Hal yang serupa juga akan terjadi apabila terjadi hipoksia pada jantung sehingga sel-sel jantung tidak dapat bekerja (IHA, 2015).

Henti jantung dapat ditandai oleh beberapa gejala seperti tidak terabanya denyut nadi besar disertai sianosis, pernapasan abnormal (*gasping*) atau terhenti, dan ditemukannya korban dalam kondisi tidak sadar. Apabila digambarkan pada pemeriksaan elektrokardiografi, maka gelombang yang terbentuk dapat berupa ventrikel takikardi (VT) atau ventrikel fibrilasi (VF). Gelombang tersebut terbentuk akibat koordinasi aktivitas jantung yang sudah hilang

(Ganthikumar, 2016). Ventrikel fibrilasi merupakan gambaran pada tahap praterminal yang hanya dijumpai pada jantung sekarat (Thaler, 2016).

Prevalensi kejadian henti jantung yang tidak tertangani dengan adekuat terbilang besar. Menurut *American Heart Association* (AHA), dari 70% kasus henti jantung di luar rumah sakit, sebanyak 50% tidak diketahui oleh masyarakat sekitar sedangkan hanya 10,8% yang dapat bertahan hidup setelah dibawa ke layanan gawat darurat. Di sisi lain, kasus henti jantung yang terjadi di rumah sakit, hanya mampu mengembalikan kondisi pasien sekitar 22,3%-25,5%.

Angka pengembalian kondisi setelah henti jantung yang masih rendah tersebut, diakibatkan oleh tidak adekuatnya tindakan saat menangani kasus. Tindakan penting yang dibutuhkan dalam kasus henti jantung adalah CPR. CPR (*Cardio Pulmonary Resuscitation*) atau lebih dikenal dengan RJP (Resusitasi Jantung Paru) adalah upaya mengembalikan fungsi napas dan atau sirkulasi yang berhenti oleh berbagai sebab dan boleh membantu memulihkan kembali kedua fungsi jantung dan paru ke keadaan normal (Wirjana, dkk, 2010).

Fisiologi konvensional CPR untuk mengembalikan fungsi tubuh terbagi menjadi 2 fase yaitu fase kompresi dan fase dekomposisi/ *recoil*. Pada fase kompresi, tekanan aorta dan atrium akan meningkat dimana darah akan didorong dari jantung yang tidak berdenyut menuju otak, arteri koroner, dan bagian tubuh lain karena perbedaan tekanan antara regio thoraks dan non-thoraks. Selain itu, pada fase ini tekanan intrakranial akan meningkat pula yang juga mengakibatkan meningkatnya resistensi terhadap perfusi otak. Dapat disimpulkan bahwa kenaikan dan penurunan tekanan intrakranial selama CPR merupakan akibat sekunder dari perubahan tekanan intrathoraks yang ditransduksikan melalui pleksus epidural dan cairan spinal ke kompartemen intrakranial.

Pada fase dekomposisi, jantung akan diisi ulang setelah kosong di fase kompresi. Setiap dinding dada *recoil*, tekanan intrakranial akan menurun dengan mekanisme yang sama seperti fase kompresi. Tekanan intrakranial yang menurun ini akan berakibat pada peningkatan *venous return* ke jantung sehingga aliran darah dapat kembali ke jantung dan siklus akan berulang (Lurie et al, 2016).

Namun, permasalahan saat ini ialah tindakan resusitasi hanya dipahami oleh tenaga kesehatan saja sedangkan masyarakat awam kurang memahami hal tersebut. Jika kasus tersebut terjadi di rumah sakit, maka masyarakat awam dapat mengaktifkan *code blue* dan tenaga kesehatan disana akan segera melakukan tindakan. Apabila kasus tersebut terjadi di luar rumah sakit, maka tenaga kesehatan tidak dapat mengantisipasi dan masyarakat tidak paham CPR

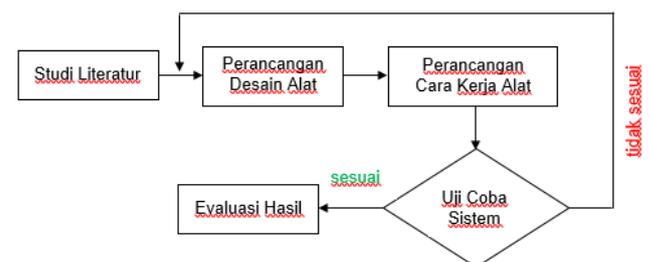
akan berdiam diri saja. AHA (2020) merekomendasikan untuk menginisiasi CPR pada kasus henti jantung di luar rumah sakit. Masyarakat awam sebagai penolong tidak terlatih harus memberikan CPR hanya kompresi (*hands only*) dengan atau tanpa panduan operator.

Di sisi lain pemerintah berusaha memperbaiki fokus utama tindakan CPR karena prihatin akan permasalahan di atas. Salah satu pembaharuannya adalah menekankan pentingnya kompresi dada dan melakukan pelatihan resusitasi pada penolong tidak terlatih dalam komunitas maupun fasilitas umum. Pemerintah menganjurkan bahwa tindakan CPR dapat dilakukan masyarakat awam pada lokasi umum dimana kemungkinan pasien serangan jantung terlihat relatif tinggi misalnya bandara dan fasilitas olahraga.

Namun, tindakan CPR yang dianjurkan untuk dilakukan terus menerus hingga kondisi stabil dapat menimbulkan beberapa komplikasi apabila dilakukan secara tidak tepat. Sekitar 39% korban dapat mengalami fraktur costae 2, 18,2% mengalami kerusakan jaringan lunak, 17,4% mengalami fraktur sternum, dan 8,6% mengalami fraktur costae 1 (Deliliga et.al, 2019). Oleh karena itu, program pelatihan CPR dalam komunitas yang kuat untuk serangan jantung, beserta protokol sebelum operator tiba yang efektif, dapat meningkatkan hasil pertolongan (AHA, 2020). Solusi dari permasalahan tersebut adalah diciptakannya VECPRI (*Vest with CPR Instruction*) yang bertujuan untuk mempermudah pelatihan masyarakat awam dalam melakukan resusitasi jantung di luar rumah sakit

2. METODE

Kerangka kerja terbagi menjadi 2 tahap, secara konseptual yaitu studi literatur dan secara realisasi berupa perancangan desain, cara kerja sistem, uji coba sistem, serta evaluasi hasil. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan pustaka terkait topik yang diambil dari jurnal, *website* terpercaya, Kemudian dibuat perancangan desain alat, rangkaian komponen secara skematik, serta cara kerja system (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Kerangka Cara Kerja

Alat didesain berbentuk rompi yang bertujuan untuk mempermudah penolong untuk melakukan pemasangan alat pada korban.

Selain itu, desain rompi sangat familiar untuk masyarakat umum. Rompi akan terbuat dari bahan parasut (*waterproof*) sehingga menghindari komponen elektronika terkena air. Pemilihan warna dasar rompi yaitu merah dengan tujuan memudahkan pengenalan dan melambangkan alat kegawatdaruratan. Rompi dibuat dengan ukuran *all size* namun terdapat pengait tambahan yang bertujuan untuk menyesuaikan proporsi tubuh korban sehingga rompi lebih fleksibel. Desain alat dapat dilihat seperti Gambar 2.



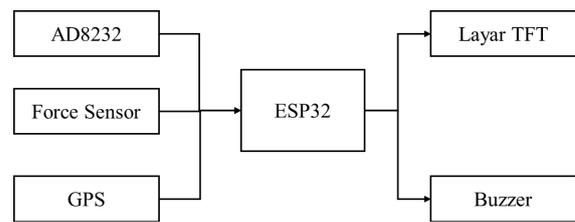
Gambar 2. Desain Alat

Keterangan:

1. Penanda lokasi penekanan dada, untuk ketepatan letak lengan penolong saat melakukan kompresi dada korban.
2. Tiga elektroda EKG untuk pendeteksian sinyal jantung korban.
3. Tempat kain pengering, untuk membersihkan dada korban sebelum menempelkan elektroda EKG
4. Pengait tambahan, untuk menyesuaikan dengan ukuran badan korban.
5. Layar penampil irama jantung, untuk menampilkan kondisi jantung korban.

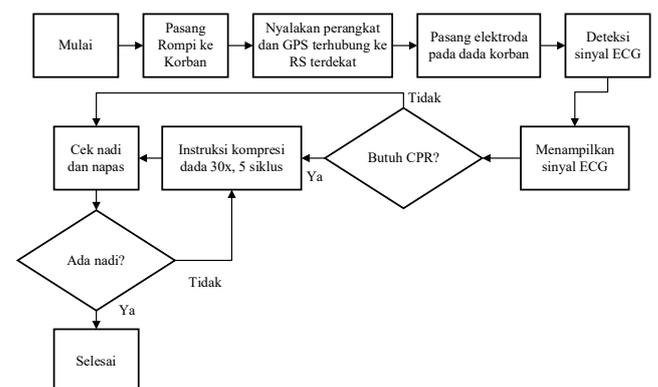
6. Layar penampil instruksi, untuk memandu penolong dengan menampilkan instruksi CPR.
7. Tombol on/off untuk menghidupkan dan mematikan perangkat.
8. Tombol ulangi siklus untuk mengulangi alur CPR apabila korban belum ROSC.
9. Lampu LED, untuk mengetahui ketepatan kedalaman penekanan dada.

Sistem elektronika dibangun menggunakan sensor AD8232 sebagai pendeteksi sinyal EKG, GPS NEO6MV2, Force Sensor, Buzzer, dan Layar TFT. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32. Skematik sistem dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Skema Komponen

Perancangan cara kerja sistem dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah masyarakat memahami langkah pertolongan pertama dalam kasus henti jantung menggunakan rompi. Kompresi dada yang efektif merupakan hal terpenting dalam menjaga aliran darah selama CPR berlangsung (Berg, dkk, 2010). Diagram alir cara kerja sistem seperti Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Cara Kerja Sistem

Sesuai dengan diagram alir yang dibuat, sistem bekerja dengan mendeteksi sinyal EKG pada korban henti jantung. Sinyal akan ditampilkan pada layar. berdasarkan bentuk sinyal, penolong menekan tombol untuk melakukan instruksi CPR. Instruksi akan ditampilkan pada layar dan memandu penolong untuk melakukan CPR dengan benar. Setelah tahapan instruksi CPR, penolong memeriksa denyut nadi korban. Jika tidak terdeteksi, maka penolong menekan tombol untuk mengulangi siklus CPR.

Tahap pengujian terbagi menjadi beberapa bagian yaitu pengujian sensor tekanan, pengujian pendeteksian sinyal EKG, pengujian instruksi, dan pengujian keseluruhan kerja sistem. Pada pengujian sensor tekanan dilakukan untuk mengetahui sensor dapat mendeteksi tekanan yang sesuai untuk penekanan dada dengan cara menekan sedalam 5-6 cm pada manekin lalu mencatat nilai ADC yang dihasilkan. Pengujian pendeteksian sinyal EKG dilakukan untuk mengetahui ketepatan sensor AD8232 dengan memasang elektroda pada sampel orang sehat dengan posisi tidur terlentang dan membandingkan hasil gambaran sinyal yang keluar antara peletakan pada dada dan ekstremitas. Pengujian instruksi dilakukan untuk mengetahui instruksi yang diberikan dapat bekerja dengan melihat tulisan instruksi yang keluar pada layar mulai pemakaian awal hingga pengulangan kompresi sebanyak 3 kali.

Keseluruhan kerja sistem akan diuji coba dengan mempraktikkan secara langsung siklus CPR lengkap dan melihat apakah rompi sudah berjalan dengan baik dan mudah dipraktikkan. Evaluasi hasil uji coba dilakukan setiap kali selesai pengujian. Apabila hasil belum sesuai dengan perancangan, maka akan kembali ke tahap perancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Tekanan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja alat. Pengujian kinerja alat meliputi, pengujian penekanan (kompresi) dada, pengujian pendeteksian sinyal EKG, pengujian instruksi CPR, pengujian lokasi, dan pengujian kecepatan pemakaian rompi. Pengujian penekanan (kompresi) dada dilakukan untuk mengetahui sensor dapat mendeteksi tekanan yang sesuai untuk penekanan dada sedalam 5-6 cm. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan dibaca nilai ADC dari sensor. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kompresi

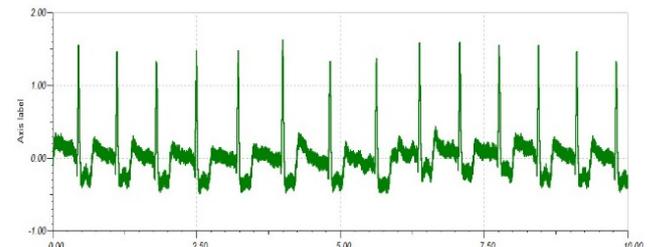
Pengujian Ke-	Kedalaman	Nilai ADC
1		3002
2		3025
3	5 cm	2989
4		2996
5		3040
6		3421
7		3329
8	6 cm	3459
9		3409
10		3488

Pada mikrontroler ESP32 memiliki ADC 12bit, sehingga memiliki nilai rentang 0-4095. Berdasarkan tabel, untuk mendeteksi tekanan pada

kedalam 5-6 cm bernilai rata-rata di atas 3000. Sehingga, pada perancangan logika program batas aktif buzzer diatur pada nilai di atas 3000.

Pengujian Sensor EKG

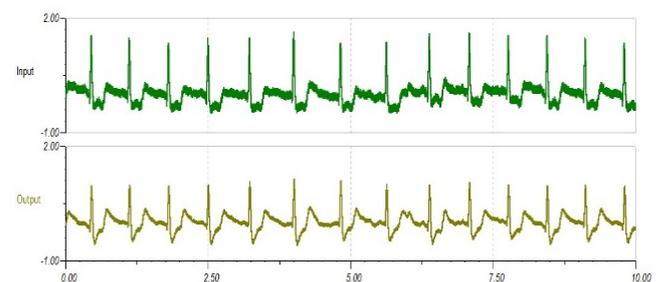
Pengujian pendeteksian sinyal EKG dilakukan untuk mengetahui ketepatan sensor AD8232 untuk mendeteksi sinyal EKG. Pengujian dilakukan dengan 2 metode, yaitu pembacaan sensor tanpa filter dan pembacaan sensor dengan filter. Sinyal EKG dari sensor tanpa menggunakan filter dapat dilihat dalam Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Sinyal EKG dari Sensor AD8232

Berdasarkan Gambar 7, terlihat bahwa sinyal yang dideteksi masih memiliki *noise* yaitu *noise* yang dipengaruhi oleh gerak halus otot dada (Velayudhan, 2016). Akibat yang ditimbulkan oleh *noise* tersebut adalah sinyal tidak dapat terletak pada garis lurus, sehingga sinyal EKG terlihat naik turun. Selain itu terdapat *noise* yang diakibatkan oleh jaringan listrik berfrekuensi 50 Hz yang menyebabkan sinyal tidak terlihat di titik P.

Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan filter *High Pass Filter*, *Low Pass Filter*, dan *Notch Filter*. Ketiga filter ini disetel masing-masing pada frekuensi cut off 0,1 Hz, 100 Hz, dan 50 Hz. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Filter Sinyal EKG

Berdasarkan Gambar 11, terlihat bahwa sinyal EKG setelah difilter titik PQRST lebih terlihat. *Noise* akibat jaringan listrik berfrekuensi 50 Hz masih terlihat namun tidak signifikan merusak sinyal EKG. Dengan analisis menggunakan software TINA-TI diperoleh predaman *noise* sebesar 63,34% Sedangkan *noise* yang diakibatkan oleh pergerakan otot tidak terlihat pada bagian output dengan predaman *noise* sebesar 79,27%.

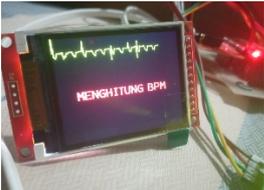
Pengujian Keseluruhan Kerja

Pengujian keseluruhan kerja dilakukan untuk mengetahui sistem dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Hasil perancangan sistem dapat dilihat dalam Gambar 7. Sedangkan pengujian keseluruhan kerja dapat dilihat dalam Tabel 2.



Gambar 7. Perangkat Kontrol Utama.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kerja Sistem

Subsistem	Hasil Pengujian	Foto Hasil Pengujian
Kompresi Dada	Kompresi dada sesuai dengan kedalaman yang ditentukan	
Pembacaan Sinyal EKG	Sinyal muncul pada layar	
Layar Instruksi	Instruksi ditampilkan pada layar dan muncul dengan urutan sesuai dengan rancangan kerja	

Berdasarkan Tabel 2, perangkat yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan rancangan yang dibuat. Tingkat keberhasilan perangkat bekerja dengan mempertimbangkan kinerja tiap subsistem yang diuji pada Tabel 2 adalah 100%

4. SIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Pertama, perangkat dapat mendeteksi kompresi dada dengan kedalaman 5-6 cm. Rata-rata nilai deteksi sensor adalah 3000 dengan menggunakan ADC12 bit. Kedua, Perangkat dapat mendeteksi sinyal EKG dan memfilter *noise* jaringan listrik sebesar 63,34% dan *noise* oleh pergerakan otot sebesar 79,27%.

DAFTAR RUJUKAN

American Heart Association. (2020). Guidelines update for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiovascular care (ECC). USA: American Heart Association.

Berg, R. A., Hemphill, R., Abella, B. S., Aufderheide, T. P., Cave, D. M., Hazinski, M. F., ... & Swor, R. A. (2010). Part 5: Adult basic life support: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 122(18_suppl_3), S685-S705.

Castleman, K. R. (2004). Digital image processing. Prentice Hall, New Jersey.

Deliliga A., Chatzinikolaou, Koutsoukis D., Chrysovergis I., & Voultzos P. (2019). Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) Complications Encountered in Forensic Autopsy Cases. *BMC Emergency Medicine*.

Ganthikumar K. (2016). Indikasi dan keterampilan resusitasi jantung dan paru (RJP). Bali : Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.

Indonesian Heart Association. (2015). Education for patient : Henti jantung. Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia (PERKI).

Lurie K., Nemergut E., Yannopoulos D., & Sweeney M. (2016). The physiology of cardiopulmonary resuscitation. International Anesthesia Research Society.

Subagio A. (2011). Bantuan hidup jantung dasar BSCL Indonesia, Ed. 2011. Jakarta : Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia (PERKI).

Thaler, M. S. (2016). Satu-satunya buku EKG yang anda perlukan Ed 8. Jakarta : ECG.

Velayudhan A., & Peter S. (2016). Noise analysis and different denoising techniques of ECG Signal – A Survey. *IOSR Journal of Electronics an Communication Engineering*, 3(4), 1-12.

Wirryana I. M., Sujana I. B. G., Sinardja, K., & Budiarta I. G. (2010). Buku ajar ilmu anestesia dan reanimasi. Jakarta: Indeks