

# RANCANG BANGUN PORTABLE MATERNAL ELECTROCARDIOGRAM BERBASIS BLIND SOURCE SEPARATION UNTUK MONITORING AKTIVITAS JANTUNG IBU HAMIL

Ahmad Asrori<sup>1)</sup>, Mohammad Kamalul Wafi<sup>2)</sup>, Ikrarda Tegar Pambudi<sup>3)</sup>, Ola Dwi Sandra Hasan<sup>4)</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>S-1 Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
email: ahmad.asrori10@mhs.ep.its.ac.id

<sup>4</sup>S-1 Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
email: wafi10@mhs.ep.its.ac.id

## Abstract

*Design and implementation of Portable Maternal Electrocardiogram using Blind Source Separation algorithm done to make a portable instrument and capable of separating signals electrocardiogram mother with fetus without removing some of its parts. From the experiment, at the midwife practising house, the instrument has successfully separate signal maternal and fetal electrocardiogram. Data retrieval is performed on a 38 years old pregnant woman with gestational age 24 weeks. As a result, mother has a frequency signals electrocardiogram smaller than a fetus. This is in accordance with the theory that the mother's pulse rate ranging between 90-120 times per minute while the fetus ranges between 120-140 times per minute.*

**Keywords:** *Blind Source Separation, Portable Maternal Electrocardiogram, Fetal*

## 1. PENDAHULUAN

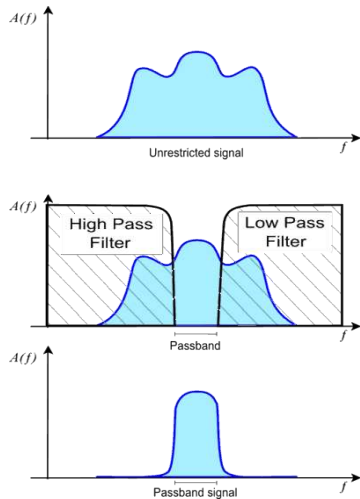
Kehamilan menyebabkan sejumlah perubahan fisiologis dari sistem *cardiovascular*, dan dapat ditolerir jika terjadi pada wanita sehat. Namun menjadi berbahaya bagi ibu hamil yang mempunyai kelainan jantung sebelumnya. Tanpa diagnosis yang akurat, maka penyakit jantung dalam kehamilan dapat menimbulkan mortalitas ibu yang signifikan [1]. Cunningham dkk (2001) menyatakan bahwa diagnosis penyakit jantung pada kehamilan jangan dilakukan jika tidak ada kelainan yang ditemukan, begitu pula sebaliknya jangan gagal dan terlambat melakukan diagnosis jika memang terdapat kelainan [2].

Pada tahun 2001 penyakit jantung menyebabkan 10,3% kematian ibu dan merupakan penyebab kematian terbanyak setelah pre-eklamsia/eklamsia serta pendarahan *postpartum* di RSCM Jakarta [3]. Sementara pada tahun 2004, rata-rata jumlah kematian hamil di Indonesia yang disebabkan oleh penyakit jantung berkisar antara 0,4% - 4,7% [4]. Risiko kematian maternal akan meningkat sampai 25 – 50% pada kasus-kasus dengan *hipertensi pulmonal*, *coartasio aorta*, dan *sindroma marfan* yang mengalami komplikasi [5].

*Electrocardiography* lebih banyak digunakan untuk monitoring penyakit jantung dalam kehamilan karena bersifat non-invasif dan lebih aman. Tetapi teknik ini hanya dapat dilakukan di rumah sakit [6]. Maka perlu dirancang suatu sistem perangkat *portable electrocardiogram* yang dapat digunakan untuk memonitoring aktivitas jantung ibu hamil secara mandiri dengan kemampuan mengeliminasi gangguan-gangguan dari perubahan fisiologis sistem *cardiovascular*.

## 2. METODE

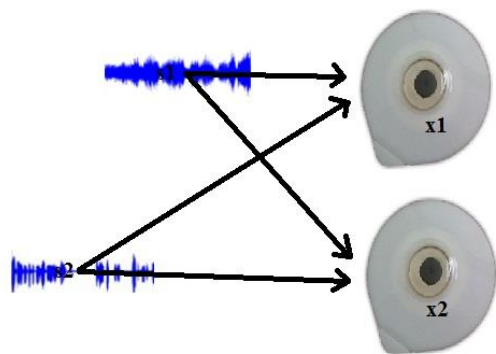
Untuk mengurangi resiko kematian ibu karena penyakit jantung, maka perlu dilakukan pemantauan aktivitas jantung secara berkala. Pemantauan ini kebanyakan dilakukan dengan melihat aktivitas sinyal *electrocardiogram* yang dihasilkan. Namun perubahan fisiologis yang terjadi pada ibu hamil menyebabkan banyak *noise* yang merusak keakuratan sinyal *electrocardiogram*.



Gambar 1. Teknik Filtering Sinyal

Terdapat beberapa teknik pemisahan sinyal tercampur yang dapat digunakan untuk memurnikan sinyal jantung ibu hamil, diantaranya yang paling sering digunakan adalah *filtering*. Dalam rancang bangun ini tidak menggunakan teknik *filtering*, karena pemfilteran dapat menghilangkan beberapa bagian sinyal sehingga menyulitkan proses diagnosis.

Teknik pemisahan sinyal yang digunakan yaitu *Blind Source separation* (BSS). Algoritma BSS bekerja dengan memanfaatkan sinyal input hasil bacaan beberapa sensor yang disusun secara *array*. Sensor *array* merupakan sekumpulan sensor yang terhubung menjadi satu kesatuan untuk menerima serta mentransmisikan sinyal fisis [7]. Dalam hal ini, sensor yang digunakan yaitu *disposable electrode*.



Gambar 2. Penerimaan Sinyal oleh Sensor Array

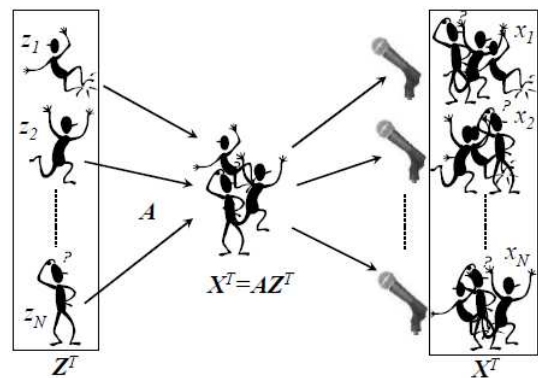
Jarak  $s_1$  lebih dekat ke kedua *electrode* dibandingkan jarak  $s_2$ . Output kedua sumber akan diterima oleh kedua *electrode*, karena jarak  $s_1$  lebih dekat maka akan diterima lebih dulu oleh *electrode* dan menguatkan sinyal suara dari  $s_2$ . Output kombinasi dari  $M$ -*electrode*  $\mathbf{y}[n]$  tersebut dapat dituliskan:

$$\mathbf{y}[n] = \sum_{m=0}^M x(n - m\tau) \quad (1)$$

Dimana, *delay* dapat dihitung dari kecepatan sinyal ( $v$ ):

$$\tau = \frac{d \cos \theta}{v} \quad (2)$$

$d$  adalah jarak antar *electrode* dan  $\theta$  adalah sudut datang sumber. Dengan menggunakan susunan *electrode*, maka dapat dicapai seleksi spasial yang artinya memperkuat propagasi sumber dari arah tertentu dan melemahkan dari arah yang lainnya.



Gambar 3. Konsep *Blind Source Separation*

Secara matematis, algoritma BSS bekerja dengan konsep probabilistic, dimana sinyal sumber yang tidak dikenali karena telah tercampur dipisahkan secara buta. Didefinisikan sebagai:

$X^T$  = Sinyal yang dibaca oleh sensor (sinyal masukan)

$Z^T$  = Sinyal sebenarnya sebelum tercampur (akan dicari / diestimasi)

$N^T$  = Sinyal noise (akan dicari / diestimasi)

Maka, persamaan matematika bentuk umum proses pencampuran sinyal dapat didefinisikan menjadi:

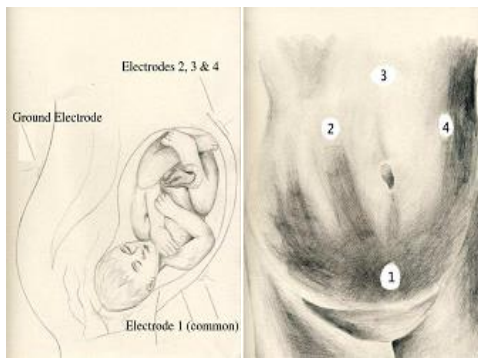
$$\mathbf{X}^T = \mathbf{A} \times \mathbf{Z}^T + \mathbf{N}^T \quad (3)$$

Dimana  $A$  adalah koefisien / matriks pencampur. Persamaan (3) dapat dinyatakan dalam bentuk matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} x_1(t) \\ \vdots \\ x_p(t) \\ n_1(t) \\ \vdots \\ n_p(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1q} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{p1} & \cdots & a_{pq} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} z_1(t) \\ \vdots \\ z_q(t) \end{bmatrix} + \quad (4)$$

Tujuan akhir dari BSS adalah mengestimasi sinyal sebenarnya  $Z^T$  dan matriks pencampur  $A$ , serta sinyal *noise* jika diperlukan.

G.D. Clifford (2005) menyatakan bahwa untuk mendapatkan ekstraksi sinyal *maternal electrocardiogram* dari gangguan fisiologis dapat dilakukan dengan menerapkan metode BSS dengan *sensing element* yang disusun menjadi secara *array*[8].



Gambar 4. Susunan *Electrode Array* pada Perut Ibu Hamil

Keempat *electrode* akan menangkap sinyal yang berasal dari ibu (*maternal cardiac*), *janin (fetal cardiac)*, dan *noise* dari berbagai sumber. Algoritma BSS kemudian akan memisahkan ketiganya dengan beracuan pada perbedaan propagasi masing-masing sinyal terhadap masing-masing *electrode*.

Selain dapat memisahkan sinyal ECG ibu dengan janin secara utuh, *Portable Maternal Electrocardiogram* juga dirancang untuk dapat digunakan oleh siapapun dan dimanapun tempatnya. Maka alat harus dibuat sederhana mungkin dengan tidak mengurangi fungsi utamanya sebagai pemisah sinyal.

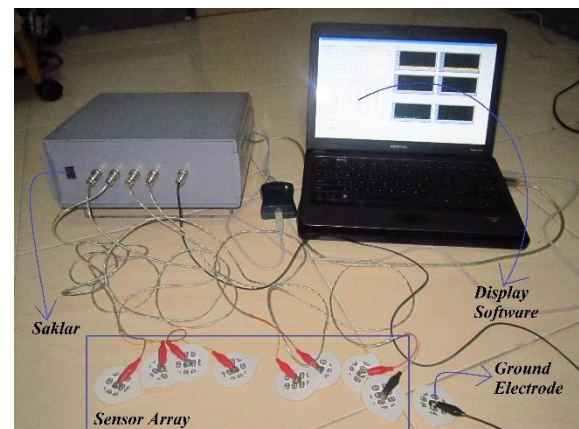


Gambar 5. Alur Proses *Portable Maternal Electrocardiogram*

*Electrode* yang digunakan untuk *sensor array* adalah jenis *disposable*. Sinyal listrik hasil bacaan *electrode* kemudian diproses pada instrument ECG agar dapat dibaca oleh program pemisah BSS. Agar lebih *portable*, instrument ECG dirancang dengan *power supply* dari baterai yang dapat diisi kembali jika habis. Sementara itu, program pemisah dibuat pada *software* Visual Basic 6.0 dan menghasilkan output berupa sinyal ECG ibu dan bayi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

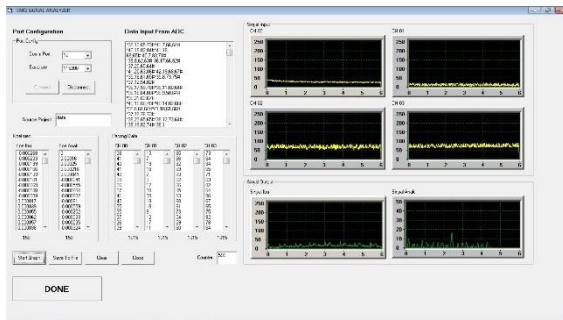
Pembuatan dilakukan di laboratorium-laboratorium jurusan Teknik Fisika ITS dan dihasilkan sebuah alat sebagai berikut.



Gambar 6. Hasil Rancang Bangun Alat

*Portable Maternal Electrocardiogram* hasil rancangan sangat mudah digunakan oleh siapapun. Berikut adalah prosedur penggunaan alat tersebut:

- a. Tempelkan *electrode* dengan konfigurasi *array* pada perut ibu, dan *ground electrode* ditempelkan pada bagian tulang yang menonjol.
- b. Nyalakan instrument ECG melalui saklar.



Gambar 7. Display Software

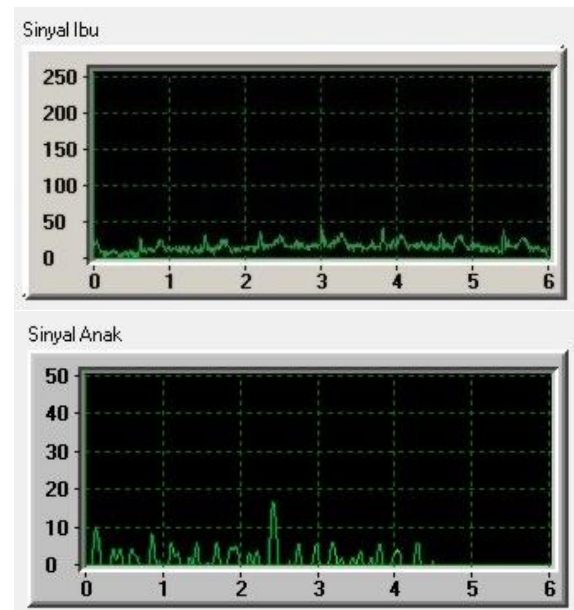
- c. Kemudian pada tampilan *software*, pilih "Com Port" sesuai dengan posisi dimana kabel transfer data dicolokkan.
- d. Atur "Baud Rate" untuk memilih seberapa cepat penguriman data dari *hardware* ke *software*.
- e. Klik "Connect" untuk memulai transfer data, dan "Start Graph" untuk memulai menggambar sinyal pada grafik.

Hasil pengujian alat di tempat praktek bidan Enny Juniati, A.md. pada tanggal 21 Agustus 2013, didapati bahwa algoritma BSS yang dirancang dapat memisahkan sinyal ECG ibu dengan janin.



Gambar 8. Uji Coba Alat

Pengambilan data sinyal *electrocardiogram* dilakukan pada pasien ibu hamil berumur 38 tahun dengan usia kehamilan 24 minggu.



Gambar 9. Hasil Pemisahan

Gambar 7 menunjukkan bahwa frekuensi sinyal *electrocardiogram* ibu lebih kecil daripada janin. Hal ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa denyut jantung ibu hamil berkisar antara 90-120 kali per menit dan bayi antara 120-140 kali per menit. Berdasarkan analisis lebih lanjut, didapati bahwa hasil sinyal yang sangat kecil disebabkan karena penempatan posisi *electrode array* yang terlalu jauh dari sumber (jantung ibu dan janin)

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil rancang bangun yang diperoleh, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

- a. Alat telah mampu memisahkan sinyal ECG ibu dengan janin dimana frekuensi sinyal ibu lebih kecil daripada janin.
- b. Penempatan posisi *electrode array* secara sejajar pada perut ibu hamil menghasilkan amplitudo sinyal ECG yang sangat kecil.
- c. Selain dapat untuk memonitoring keadaan jantung ibu, alat juga sekaligus dapat digunakan untuk memonitoring keadaan jantung janin.

- d. Alat dapat digunakan secara mandiri oleh siapapun tanpa harus didampingi oleh dokter.

## 5. REFERENSI

- [1] Easterling, T.R., dan Otto, C. 2002. *Heart Disease*. Dalam: *Gabbe, editor. Obstetrics-Normal And Problem Pregnancies. 4<sup>th</sup> ed.*. London: Churchill Livingstone Inc.: 1005-30.
- [2] Cunningham, F., MacDonald, P., Gant, N., Leveno, K., Gilstrap, L., dan Hankins, G. 2001. *Cardiovascular Diseases*. New York: In: Williams Obstetrics. 21 st ed. McGraw Hill: 1181-203.
- [3] Artoni F., dan Sedyawan J. 2002. Kelainan Jantung pada Kehamilan dan Persalinan Tahun 2001 di RSCM. *Pertemuan Ilmiah Tahunan XIII POGI*. Malang.
- [4] Anwar, B.T. 2004. *Wanita Kehamilan Dan Penyakit Jantung*: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/3485/1/gizi-ahri11.pdf>.
- [5] Cole P. 2000. *Clinical maternal-fetal medicine. 1 st ed*. Dalam: Winn H, Hobbins J, editors. New York: The Parthenon Publishing Group: 369 - 84.
- [6] Perkumpulan Obstetri dan Ginekologi Indonesia. 2009. *Kumpulan Pedoman Pengelolaan Kasus*. Himpunan Kedokteran Fetomaternal POGI.
- [7] Permana Putra, R. 2011. Evaluasi Unjuk Kerja Independent Component Analysis (ICA) untuk Mendeteksi Kerusakan Mesin Kapal Di PT. Dharma Lautan Utama Surabaya. *Tugas Akhir*. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [8] Clifford. G.D. 2005. *Fetal & Maternal ECG Blind Source Separation*. Massachutes: Biomedical Signal and Image Processing Spring.