

# ALE ARCHIPELAGO ENGINEERING 2019

Fakultas Teknik Universitas Pattimura

ISSN: 2620-3995



# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
KAMPUS POKA AMBON  
10 APRIL 2019

*Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0  
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan  
Menuju Tahun Emas 2020*

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
AMBON

2019



# **PROSIDING**

## **SEMINAR NASIONAL**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
KAMPUS POKA AMBON  
10 APRIL 2019**

***Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0  
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan  
Menuju Tahun Emas 2020***

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
AMBON  
2019**



## SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh,  
Salam Sejahtera.

Marilah kita panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga kegiatan Seminar Nasional ke -2 Archipelago Engineering 2019 dengan tema **“BERBENAH DALAM TANTANGAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DI BIDANG TEKNOLOGI KELAUTAN KEPULAUAN MENUJU TAHUN EMAS 2020”** dapat terselenggara dengan baik dan lancar.

Atas nama Keluarga Besar Fakultas Teknik Unpatti, perkenankan saya menyampaikan Selamat Datang di Kampus Fakultas Teknik kepada Bapak Prof. Adi Suryosatyo dari Universitas Indonesia, Bapak Dr. I Made Ariana, ST., MT. dari ITS dan dan Ibu Cathy Garden dari Selandia Baru sebagai *Keynote Speakers*, para pemakalah dan peserta dari luar Universitas Pattimura guna mengikuti seminar ini.

Saya menyambut gembira karena kegiatan Seminar ALE 2019 ini mendapatkan perhatian yang besar dari para dosen di lingkup Fakultas Teknik Unpatti sehingga lebih dari 40 makalah akan dipresentasikan dalam seminar ini. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak dan Ibu para pemakalah. Saya yakin bahwa dari seminar ini akan menghasilkan ide-ide, konsep-konsep, teknik-teknik dan terobosan–terobosan baru yang inovatif dan bersinergi dengan pengembangan pola Ilmiah Pokok Unpatti terutama di bidang Kelautan Kepulauan.

Seminar ini terselenggara dengan baik karena dukungan dari berbagai pihak, khususnya para sponsor dan kontribusi dari pemakalah dan peserta. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Secara khusus, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Panitia Penyelenggara atas jerih payah, kerja keras, ketekunan dan kesabarannya dalam mempersiapkan dan menyelenggarakan seminar ini sehingga dapat berjalan baik, lancar dan sukses.

Akhirnya, melalui seminar ini, marilah kita senantiasa perkuat dan perluas jejaring serta kerjasama antar sesama dosen sebagai pendidik, peneliti dan pengabdikan kepada masyarakat dalam mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi guna membangun bangsa dan negara tercinta.

Ambon, 10 April 2019  
Dekan Fakultas Teknik Unpatti,



**Dr. Ir. W. R. Hetharia, M.App.Sc**

## **SUSUNAN PANITIA PELAKSANA 2019**

Dr. Novitha L. Th. Thenu, ST., MT  
Nikolaus Titahelu, ST, MT  
Dr. Debby R. Lekatompessy, ST., MT  
Ir. W. M. E. Wattimena, MSc  
Danny Pailin Bunga, ST, MT  
Ir. Latuhorte Wattimury, MT  
N. Maruanaya, SH  
Ir. H. C. Ririmasse, MT  
Ir. John Latuny, MT, PhD

## **SEKSI SEMINAR ALE 2019**

W. M. Rumaherang, ST., MSc, PhD  
D. S. Pelupessy, ST, MSc, PhD  
Prayitno Ciptoadi, ST, MT  
Benjamin G. Tentua, ST, MT  
Mercy Pattiapon, ST, MT  
Meidy Kempa, ST, MT

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI .....	iii
SUSUNAN PANITIA PELAKSANA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
 <i>Teknik Perkapalan, Teknik Transportasi Laut</i>	
E. R. de FRETES : .....	1
<b>Analisa Parametrik Channel Flow pada Lambung Kapal Cepat untuk Memperoleh Wake Maksimum. Studi Kasus: Kapal Cepat Rute Ambon Wayame</b>	
SONJA TREISJE A. LEKATOMPESSY: .....	6
<b>Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kualitas Hasil Pengelasan</b>	
OBED METEKOHY : .....	9
<b>Analisa Pengaruh Karakteristik Teknis Desain Terhadap Proses <i>Setting</i> Kapal Pukat Cincin di Maluku</b>	
HELLY S. LAINSAMPUTTY : .....	15
<b>Analysis Of Principle Dimension And Shape Of Purse Seiners In Ambon Island</b>	
WOLTER R. HETHARIA, A. FENINLAMBIR, J. MATAKUPAN, F. GASPERSZ: .....	20
<b>Pengaruh Dimensi Terhadap Parameter Stabilitas Kapal-Kapal Penumpang Kecil Material FRP</b>	
LEKATOMPESSY DEBBY R, SOUMOKIL RUTH P, RIRIMASSE HEDY C. : .....	26
<b>Analisa Response Dinamik Pada Sambungan Konstruksi Kapal Kayu Berdasarkan Tipe Mesin Yang Digunakan</b>	
EDWIN MATATULA: .....	31
<b>Studi Pemilihan Jenis Alat Angkut Bahan Bakar Minyak Wilayah Kepulauan</b>	
MONALISA MANUPUTTY : .....	39
<b>Pengaruh Getaran Dan Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Awak Kapal Ikan Tipe <i>Pole And Line</i></b>	
 <i>Teknik Sistem Perkapalan</i>	
ABDUL HADI, B. G. TENTUA : .....	45
<b>Algoritma Simulasi Numerik Getaran <i>Dirrect Inline Harmonical Cam Follower</i> Pada <i>Valve Train Manifold</i> Motor Diesel</b>	
DANNY S. PELUPESSY : .....	52
<b>Studi Karakteristik Momen Torsi Akumulator Pegas Untuk Penggerak Langkah (Step-Drives)</b>	
JACOB D. C. SIHASALE, JERRY R. LEATEMIA : .....	57
<b>Analisis Penempatan Lokasi Station AIS (Automatic Identification Sistem) Di Ambon Guna Mendukung Monitoring ALKI (Alur Laut Kepulauan Indonesia) III Secara Maksimal</b>	
LATUHORTE WATTIMURY : .....	64
<b>Tinjauan Analisa Kerja Signal AF dan RF Terhadap Kinerja Peralatan Pemancar Dan Penerima Stasiun Radio Pantai Distrik Navigasi Ambon</b>	
MESAK FRITS NOYA, ABDUL HADI : .....	72
<b>Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah</b>	

NOVITHA L. TH. THENU : .....	78
<b>Pemisahan Sinyal Bunyi Dari <i>Microphone Array</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Blind Source Separation - Independent Component Analysis</i> Untuk Memantau Kondisi Poros Retak</b>	
PRAYITNO CIPTOADI : .....	83
<b>Pengaruh Variasi Diameter Pipa Isap Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal</b>	
<i>Teknik Mesin, Teknik Informatika, Teknik Elektro</i>	
ANTONI SIMANJUNTAK, JOHANIS LEKALETTE : .....	87
<b>PLTS di Pulau Osi dan Permasalahannya</b>	
BENJAMIN GOLFIN TENTUA, ARTHUR YANNY LEIWAKABESSY : .....	95
<b>Studi Eksperimental Sifat Mekanis Tarik dan Bending Komposit Serat Empulur Sagu</b>	
JANDRI LOUHENAPESY, SEFNAT J. ETWAN SARWUNA : .....	102
<b>Analisa Kinerja Rem Cakera Akibat Modifikasi Kaliper Roda Belakang Terhadap Keselamatan Pengendara Sepeda Motor</b>	
NICOLAS TITAEHELU, CENDY S. E. TUPAMAHU: .....	108
<b>Analisis Pengaruh Masukan Panas pada Oven Pengering Bunga Cengkeh Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Paksa</b>	
W. M. RUMAHERANG : .....	115
<b>Evaluasi Karakteristik Energy Torque Converter Berdasarkan Pengaruh Rasio Putaran Terhadap Koefisien Torsi dan Efisiensi</b>	
ELVERY B. JOHANNES : .....	121
<b><i>Indexing</i> pada Sistem Penalaran Berbasis Kasus Menggunakan Metode <i>Complete-Linkage Clustering</i></b>	
SAMY J. LITILOLY, NICOLAS TITAEHELU : .....	128
<b>Laser Semikonduktor GaAs Jenis Double Heterojunction Sebagai Sumber Cahaya dalam Komunikasi Optik</b>	
<i>Teknik Industri</i>	
ALFREDO TUTUHATUNEWA : .....	135
<b>Model Agile Supply Chain Industri Perikanan di Kota Ambon</b>	
AMINAH SOLEMAN : .....	141
<b>Analisis Beban Kerja Mental Dan Fisik Karyawan Pada Lantai Produksi Dengan Metode Nasa-Tlx Dan <i>Cardiovascularload</i></b>	
DANIEL B. PAILLIN, JOHAN M TUPAN, RIZKI ANGGRAENI UTAMI PUTRI : .....	147
<b>Penerapan <i>Algoritma Differential Evolution</i> untuk Penyelesaian Permasalahan <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i>. (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri)</b>	
MARCY L. PATTIAPON, NIL EDWIN MAITIMU : .....	154
<b>Perencanaan Produksi Kerajinan Kulit Kerang Mutiara dengan Menggunakan Metode Agregat di Kota Ambon</b>	
J. M. TUPAN : .....	158
<b>Desain Pemasaran Online Berbasis Web untuk Pemasaran Produk Kerajinan Kerang Mutiara di Kota Ambon. (Studi Kasus: Pondok Mutiara)</b>	
NIL EDWIN MAITIMU, MARCY L. PATTIAPON : .....	167
<b>Penerapan <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i> Guna Menganalisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku Daging Buah Pala pada Usaha Kecil Menengah (UKM) Hunilai di Dusun Toisapu Desa Hutumuri</b>	
RICHARD A. de FRETES : .....	172
<b>Pengembangan Komunitas Pesisir Di Kecamatan Leitimur Selatan dengan Memanfaatkan Kearifan Lokal</b>	

MOHAMMAD THEZAR AFIFUDIN, ARIVIANA LIENTJE KAKERISSA : .....	179
<b>Aplikasi Pendekatan N-Stage untuk Masalah Pengrutean dan Penjadwalan Truk-Tunggal di Daerah Kepulauan. (Studi Kasus pada Koperasi Unit Bersama Negeri Booi, Saparua)</b>	
W. LATUNY : .....	186
<b>Memprediksi Harga Jual Rumput Laut Kering Pada Tingkat Petani Dengan Data Mining</b>	
IMELDA CH. POCERATU : .....	200
<b>Implementasi Ekoteologi dalam Pencegahan Pencemaran Lingkungan Laut di Pasar Arumbai Ambon</b>	
 <i>Teknik Sipil, Perencanaan Wilayah &amp; Kota</i>	
A. KALALIMBONG : .....	209
<b>Tinjauan Hasil Peningkatan Saluran Suplesi Geren Meten Pulau Buru</b>	
S. G. M. AMAHEKA, FUAD H. OHORELLA, JESICA NAHUMURY : .....	215
<b>Analisis Biaya Operasnal Kendaraan di Kota Ambon</b>	
MEIDY KEMPA : .....	222
<b>Kajian Tentang Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Gedung di Kota Ambon : Peringkat Faktor &amp; Solusi Penanggulangannya</b>	
SAMMYLES G. M. AMAHEKA, ARIVIANA L. KAKERISSA: .....	229
<b>Pengaruh Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Biaya Proyek Konstruksi Bangunan Gedung di Kota Ambon</b>	
PIETER TH. BERHITU : .....	236
<b>Model Stuktural Aspek Peran Zonasi dan Masyarakat dalam Pengelolaan Pesisir Kota Ambon Berkelanjutan</b>	
 <i>Tambahan</i>	
RIKHARD UFIE, ROY R. LEKATOMPESSY, ZICO MARLISSA: .....	243
<b>Kaji Kapasitas Pendinginan Ikan dengan Menggunakan Es dalam Kemasan Plastik</b>	
FELLA GASPERSZ, ABDUL DJABAR TIANOTAK, RUTH P. SOUMOKIL: .....	248
<b>Kajian Kualitas Kelas Awet Limbah Batang Kulit Pohon Sagu Sebagai Material Alternatif Bangunan Kapal</b>	
ABDUL DJABAR TIANOTAK, H. C. RIRIMASSE, ELVERY B. JOHANNES: .....	252
<b>Uji Kelayakan Ekonomis Pengembangan Fasilitas Bongkar Muat dan Turun Naiknya Penumpang di Pelabuhan Hurnala Maluku Tengah</b>	
H. C. RIRIMASSE, ABD. DJABAR TIANOTAK, ELVERY B. JOHANNES : .....	257
<b>Penentuan Sistim Trasportasi Unggulan Di Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu (Kapet) Seram Provinsi Maluku</b>	
BILLY J. CAMERLING : .....	261
<b>Pemilihan Alternatif Bahan Bakar Mesin Pembangkit PLTD Menggunakan Metode Value Engineering</b>	

*Kelompok Bidang Kajian:*

TEKNIK SISTEM PERKAPALAN



# PEMISAHAN SINYAL BUNYI DARI MICROPHONE ARRAY DENGAN MENGGUNAKAN METODE *BLIND SOURCE SEPARATION - INDEPENDENT COMPONENT ANALYSIS* UNTUK MEMANTAU KONDISI POROS RETAK

Novitha L. Th. Thenu

e-mail: [novitha.thenu@fatek.unpatti.ac.id](mailto:novitha.thenu@fatek.unpatti.ac.id), [novithathenu@gmail.com](mailto:novithathenu@gmail.com)

Program Studi Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Pattimura - Ambon

## ABSTRAK

Tulisan ini mempresentasikan tentang pemisahan sinyal bunyi untuk memantau kondisi poros dengan menggunakan metode *Blind Source Separation (BSS) - Independent Component Analysis (ICA)*. Pada penelitian ini, bunyi poros retak yang sementara berputar direkam melalui susunan mikrofon (*microphone array*) sebagai sensornya. Tiap-tiap mikrofon menerima sinyal dari poros tersebut, sehingga sinyal output dari tiap mikrofon merupakan sinyal campuran. BSS merupakan teknik memisahkan sinyal campuran berdasarkan analisa kebebasan statistik ICA sumber bunyi. Dengan memperhatikan jarak dan sudut datang antara mikrofon dengan poros maka tiap mikrofon menerima sinyal berbeda pula. Sinyal campuran dari tiap mikrofon akan diestimasi untuk memantau kondisi poros berdasarkan analisa pola bunyi. Pada penelitian ini pemisahan sinyal dilakukan pada time-domain dengan algoritma natural gradient. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh metode pemisahan sinyal terbaik adalah metode pemisahan sinyal dalam kawasan waktu (TDICA) jauh lebih baik dari metode FDICA karena nilai MSE melalui TDICA jauh lebih kecil.

**Kata Kunci:** sinyal bunyi, Blind Source Separation, Independent Component Analysis, *microphone array*

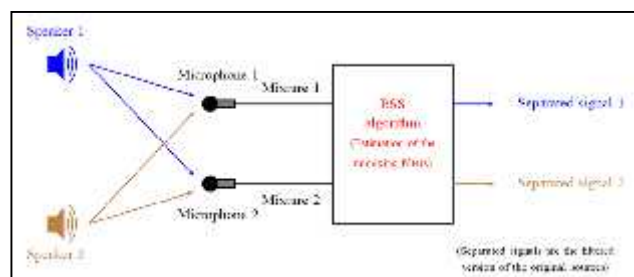
## PENDAHULUAN

Perubahan pola getaran mengindikasikan terjadinya perubahan dinamika mesin. Perubahan getaran mesin menyebabkan perubahan bunyi yang diemisikan mesin, dimana bunyi mesin bercampur dengan sumber bunyi lainnya. BSS merupakan teknik untuk memisahkan campuran sinyal yang berasal dari berbagai sumber bunyi. Dengan mengikuti sifat independensi suatu sinyal, maka melalui teknik BSS, sinyal campuran akan direkam tanpa memikirkan asal dan proses sinyal kemudian diproses dan dipisahkan menjadi sinyal - sinyal yang saling bebas satu dengan lainnya. Sebuah model uji yang terdiri dari satu unit elektromotor, kopling sederhana, poros retak yang didukung oleh dua buah bantalan dan satu beban radial. Model uji mengemisikan bunyi campuran yang direkam dengan susunan mikrofon sebagai sensor. Mikrofon merekam bunyi yang berasal dari sumber bunyi dengan jarak dan sudut datang yang berbeda.

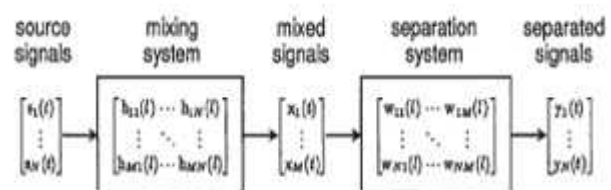
## KAJIAN TEORI DAN METODE

### A. Metode Blins Source Separation

Metode BSS dapat dijelaskan sebagai suatu metode pemisahan sumber secara buta dengan hanya mengetahui sinyal yang terekam oleh sensor tanpa mengetahui proses pencampuran Independen Statistik yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Perekaman dan Pencampuran sinyal (Reju, 2009 )



Gambar 2. Diagram Blok BSS (Makino, 2005)

Diagram blok BSS pada Gambar 2 menunjukkan alur dari proses pencampuran sampai pemisahan sinyal. Dalam gambar tersebut ditunjukkan bahwa  $s$  adalah sumber bunyi,  $x$  adalah sinyal bunyi yang ditangkap sensor (mikrofon),  $w$  adalah invers matrik dan  $y$  adalah sinyal bunyi yang berhasil dipisahkan (sinyal estimasi).

Metode BSS dapat diformulasikan (Zhou dan Chelidze, 2007) sebagai berikut :

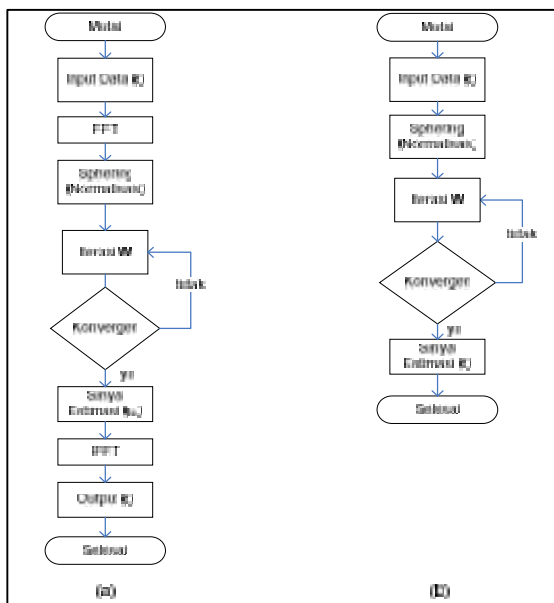
$$X = A + n \quad (1)$$

Dimana  $X = [x_1, x_2, \dots, x_m]^T \in R^m$  adalah *vector* yang diukur sebagai sinyal skalar  $x_i$ ,  $s = [s_1, s_2, \dots, s_n]^T$  adalah vektor yang terdiri dari sinyal – sinyal sumber ( $m, n$ ),  $A \in R^{m \times n}$  adalah matrik pencampur yang tidak diketahui yang diatur dalam kolom, sedangkan  $n \in R^m$  mewakili *noise* selama pengukuran.

**B. ICA Kawasan Frekuensi ( Frequency Domain ICA / FDICA)**

Proses pemisahan sinyal bunyi pada penelitian ini dilakukan secara multi tahap (Multistage ICA), yakni dalam kawasan waktu dan frekuensi. Pemisahan dalam kawasan frekuensi dilakukan lebih dahulu (Nishikawa dkk, 2002). Untuk mencari filter pemisah,  $W$ , digunakan metode iterasi *Natural Gradien* (Amari dkk, 1996). Secara umum diagram alir pemisahan sinyal dalam kawasan frekuensi dan kawasan waktu dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

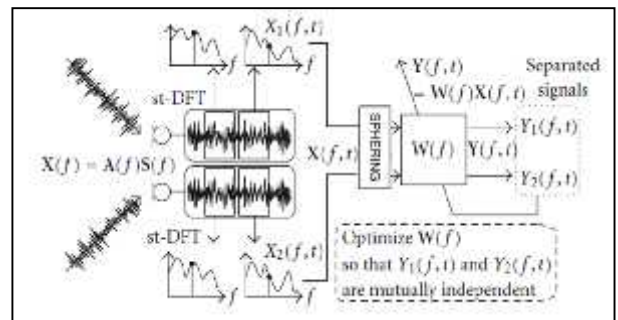
Proses pemisahan sinyal bunyi diawali dengan penyamaan ukuran *byte* file rekaman. Semakin kecil ukuran file, semakin cepat proses iterasi untuk mencari nilai  $W$  yang konvergen. Kemudian menggabungkan file tiap kanal, dan menginputkan file campuran pada algoritma ICA. Pada proses FDICA, sinyal input dalam kawasan waktu diubah menjadi kawasan frekuensi dengan transformasi fourier (FFT). Sebelum dipisahkan maka data dinormalisasi (*sphering*), pada proses ini juga dilakukan permutasi data input dengan vektor permutasi yang dibangkitkan agar stasioner.



Gambar 3 Diagram Alir Pemisahan Sinyal  
 a. ICA Kawasan Frekuensi (FDICA)  
 b. ICA Kawasan Waktu (TDICA)

Untuk mengubah sinyal-sinyal estimasi menjadi kawasan waktu, dilakukan transformasi fourier balik (IFFT), maka didapatkan sinyal estimasi output dalam kawasan waktu ( $t$ ). Proses pemisahan sinyal

bunyi dalam kawasan frekuensi ini diilustrasikan melalui Gambar 4. Output dari FDICA selanjutnya menjadi input bagi TDICA. Jadi sinyal output dari FDICA tidak perlu disimpan (dalam file .wav) karena akan langsung diproses lagi.

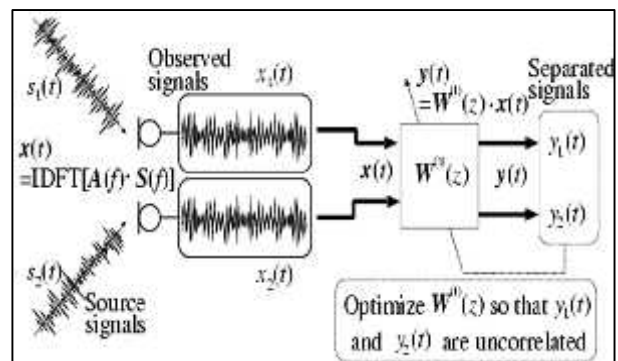


Gambar 4 ICA Kawasan Frekuensi (FDICA)  
 (Nishikawa, 2005)

**C. ICA Kawasan Waktu ( Time Domain ICA / TDICA)**

Proses pemisahan sinyal pada TDICA mirip dengan FDICA, diawali dengan menginputkan sinyal output yang sudah dalam bentuk matriks. Proses pencampuran sinyal bunyi ini dapat dimodelkan secara konvolutif (*convolutive mixture*), dimana respon dari mikrofon dikalikan dengan respon ruang. Dengan mengasumsikan bahwa proses pencampuran terjadi secara linear maka secara matematis pencampuran sinyal bunyi ini dapat direpresentasikan dalam bentuk konvolusi.

Pada TDICA, sinyal tidak perlu dirubah dalam kawasan frekuensi, jadi proses ini lebih cepat dan sederhana dibandingkan dengan FDICA. Iterasi filter pemisah,  $W$ , pada proses ini juga menggunakan metode yang sama dengan proses sebelumnya, yakni iterasi dengan metode natural gradient namun dengan besar langkah nilai pembelajaran (learning rate) sebesar 0,0001. Proses pemisahan sinyal dengan TDICA dapat diilustrasikan seperti Gambar 5.



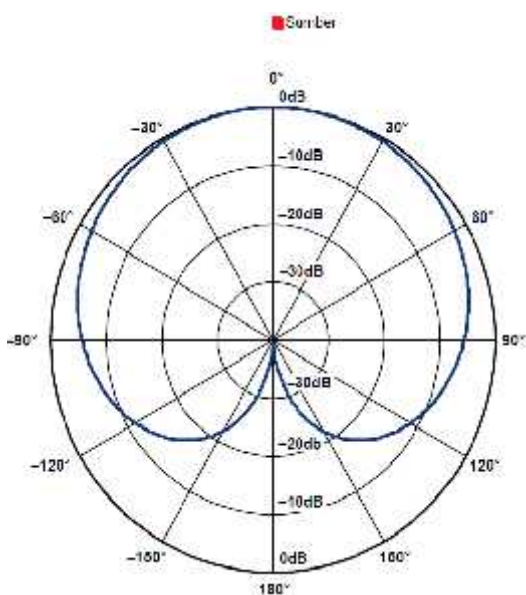
Gambar 5. ICA Kawasan Waktu (TDICA)  
 ( Nishikawa, 2005)

Output dari proses TDICA ini merupakan sinyal estimasi akhir yang diharapkan mampu mewakili sinyal sumber terukur. Sinyal ini disimpan dalam

bentuk file .wav untuk diproses sebagai sinyal *input* perhitungan frekuensi sesaat.

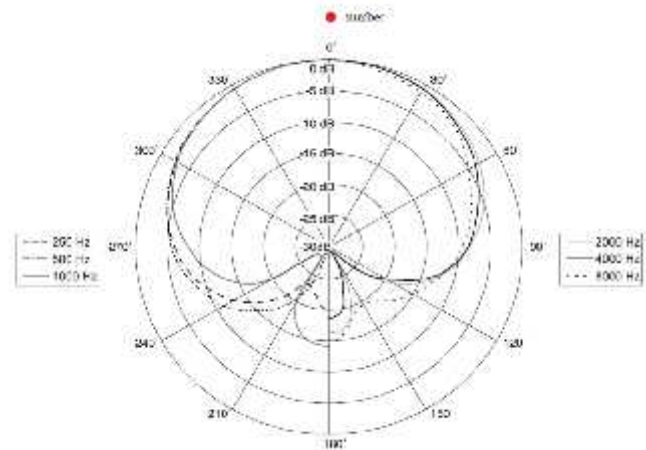
#### D. Microphone Array

Pada penelitian ini, sensor yang digunakan adalah mikrofon Behringer XM1800s yang merupakan jenis mikrofon dinamik yang memiliki *polar pattern* super *cardioid*. Mikrofon jenis ini tidak memiliki pelemahan sinyal pada sumber bunyi di titik depan mikrofon dan titik penangkapan sinyalnya berada di bagian tengah mikrofon. Polar diagram pada Gambar 6. menunjukkan bahwa mikrofon *cardioid* akan memilahkan sumber bunyi dari samping dan belakang namun sumber bunyi dari depan seperti yang ditunjukkan oleh titik merah akan ditangkap dengan baik. Skala 0 dB sampai -30 dB merupakan besarnya tekanan bunyi yang mampu diterima oleh mikrofon.



Gambar 6. Polar diagram mikrofon *cardioid* (Lewis, 2012)

Sedangkan polar diagram dari mikrofon Behringer XM1800s sendiri ditunjukkan pada Gambar 7. Cara kerja dari mikrofon ini hampir sama dengan mikrofon yang tercantum pada Gambar 6 dimana sumber bunyi yang berasal dari samping dan belakang mikrofon akan direduksi sedangkan sumber bunyi yang berasal dari depan seperti pada titik merah akan diterima dengan baik. Garis putus – putus paling luar yang tercantum pada Gambar 7 menunjukkan polar diagram mikrofon ketika dibangkitkan frekuensi sebesar 500 Hz. Sedangkan garis putus – putus di tengah menunjukkan polar diagram mikrofon ketika dibangkitkan sumber bunyi berfrekuensi 250 Hz dan garis normal menunjukkan polar diagram mikrofon ketika dibangkitkan bunyi frekuensi 1000 Hz.



Gambar 7. Polar diagram mikrofon Behringer XM1800S (Behringer Ultravoice, 2003)

#### E. Mean Square Error (MSE)

MSE merupakan suatu metode dalam statistika yang digunakan sebagai perbandingan antara sinyal estimasi dengan sinyal sumber (sinyal *baseline*). Persamaan yang digunakan dalam menghitung nilai MSE ini yaitu sebagai berikut :

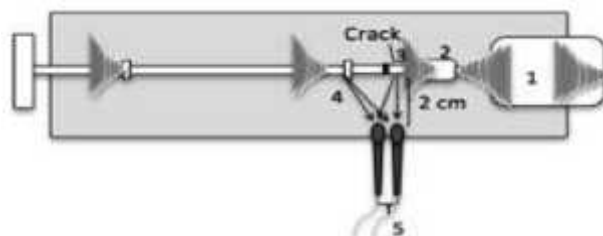
$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S - S_c)^2 \quad (2)$$

dimana, MSE = Mean Square Error  
 n = jumlah sample  
 S = sinyal asli (baseline)  
 S<sub>c</sub> = sinyal estimasi

Dalam algoritma BSS, perhitungan nilai MSE ini dilakukan pada langkah terakhir. Apabila sinyal estimasi telah dieksekusi maka persamaan (2) dapat diberlakukan.

#### F. Metodologi

Pengujian dilakukan dengan menggunakan model uji seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Model Uji dan *Microphone Array*

Asumsi yang diambil dalam pengujian ini adalah masing - masing komponen model uji dapat mengeluarkan bunyi yang berbeda. Mikrofon sebagai sensor terhubung dengan *M-Audio Fast Track Ultra* sebagai alat rekam bunyi. Data bunyi

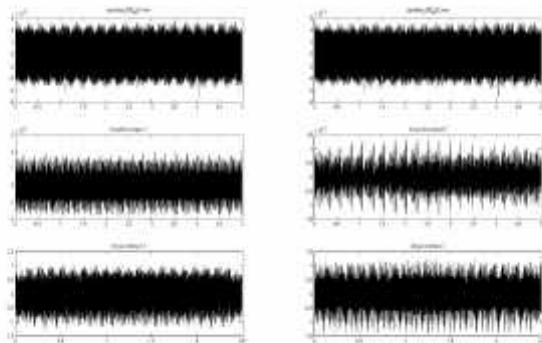


yang terekam berupa sinyal campuran akan dipisah melalui pemrosesan sinyal Program Matlab dengan metode BSS-ICA yang menampilkan spektrum sinyal bunyi yang telah terpisah.

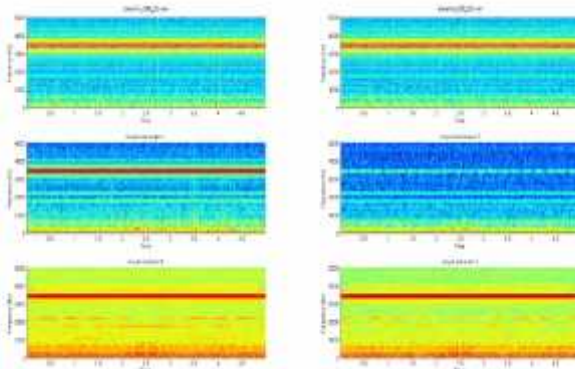
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. ICA Kawasan Frekuensi (*Frequency Domain ICA / FDICA*)**

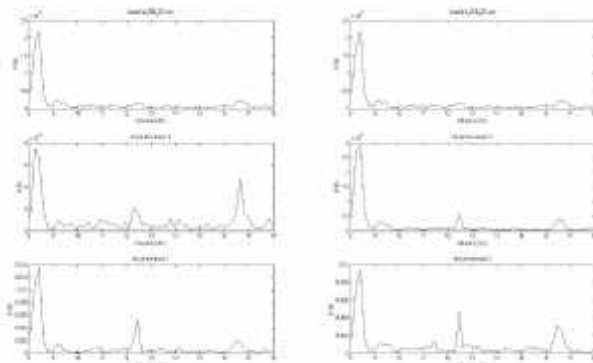
Hasil pengolahan dan pemisahan sinyal bunyi pada kecepatan poros 500 rpm ditampilkan dalam spektrum sinyal kawasan waktu dari sinyal asli, tercampur dan estimasi, spektrogram dan Fast Fourier Transform (FFT) pada Gambar 9, 10 dan 11.



Gambar 9. Spektrum Bunyi TDICA (2 microphone- 500 rpm)



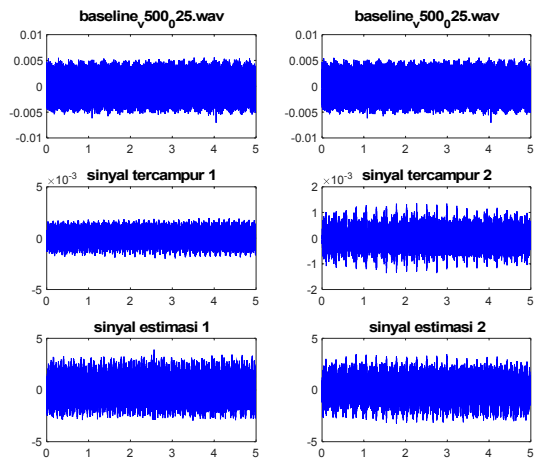
Gambar 10. Spektrogram TDICA (2 microphone- 500 rpm)



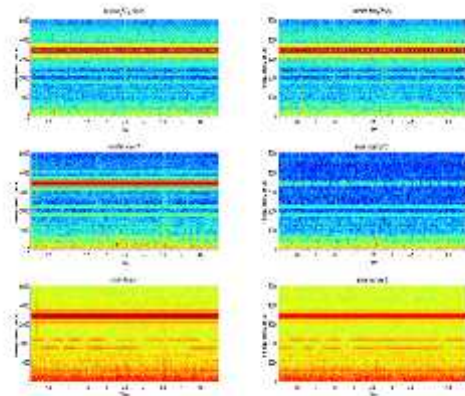
Gambar 11. FFT TDICA (2 microphone - 500 rpm)

**B. ICA Kawasan Waktu (*Time Domain ICA / TDICA*)**

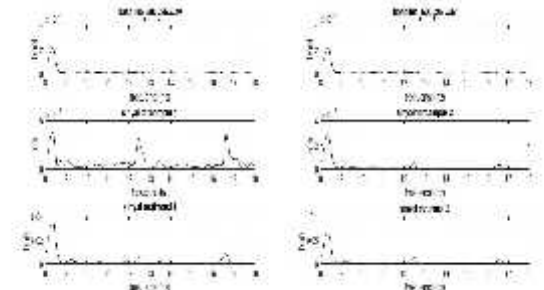
Hasil pengolahan dan pemisahan sinyal bunyi pada kecepatan poros 500 rpm ditampilkan dalam spektrum sinyal kawasan waktu dari sinyal asli, tercampur dan estimasi, spektrogram dan Fast Fourier Transform (FFT) pada Gambar 9, 10 dan 11.



Gambar 12. Spektrum Bunyi TDICA (2 microphone- 500 rpm)



Gambar 13. Spektrogram TDICA (2 microphone- 500 rpm)



Gambar 14. FFT TDICA (2 microphone - 500 rpm)

Berdasarkan asumsi dari BSS bahwa sinyal bunyi memiliki karakteristik independensi, artinya sinyal bunyi yang berasal dari komponen poros tidak

mempengaruhi sinyal bunyi komponen lainnya, hal ini berlaku pula dalam proses pengambilan data perekaman sinyal bunyi poros retak dimana bunyi tiap komponen memiliki karakteristik independensi. Dari hasil pemisahan sinyal terlihat bahwa sinyal estimasi hasil pemisahan sinyal campuran dengan metode TDICA lebih baik dibandingkan dengan FDICA sebab nilai MSE-nya lebih kecil.

Tabel 1. Perbandingan MSE sinyal estimasi antara TDICA dan FDICA dengan 2 microphone pada putaran poros 500 rpm

MSE Sinyal Estimasi	Metode	
	TDICA	FDICA
Sinyal estimasi 1	0.057437	1.8863
Sinyal estimasi 2	0.0593	1.8019

## KESIMPULAN

Pemisahan sinyal bunyi dengan menggunakan Metode BSS - TDICA jauh lebih baik dibandingkan dengan BSS - FDICA.

## DAFTAR PUSTAKA

Reju, V. G. 2009. *Blind Separation of Speech Mixtures*. Ph.D. Dissertation. School of

Electrical & Electronic Engineering. Singapore.

Behringer Ultravoice - User's manual . Dynamic Microphone XM1800s. Version 1, 1 June 2003.

Makino, S., Sawada, H., Mukai, R., and Araki, S. 2005. *Blind Source Separation of Convolutional Mixtures of Speech in Frequency Domain*. IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E88-A, pp. 1640 -1655.

Zhou, W. and Chelidze, D. 2007. *Blind Source Separation Based Vibration Mode Identification*. Mechanical Systems and Signal Processing, Vol. 21, pp. 3072 - 3087.

Nishikawa, T. 2005. *Blind Source Separation Based on Multistage Independent Component*. Ph.D. Dissertation, Nara Institute of Science and Technology, Ikoma.

Amari, S. 1997. I. Saitama: RIKEN, Japan. Taylor, D. A. (1990), *Introduction to Marine Engineering*. 2<sup>nd</sup> edition, Butterworth & Co (Publisher), Ltd., London.

Lewis, J. 2012. *Microphone Array Beamforming*. Analog Devices – 1140 Application Note.