

# PERANCANGAN SISTEM PENGENALAN NADA ANGKLUNG MENGUNAKAN *DISCRETE FOURIER TRANSFORM*

Sindhi Pradnya Nareswari, Lusiana Haryanti,  
Muhammad Fathoni Hervi Hermawan, Apri Junaidi

Jurusan Informatika Fakultas Teknologi Industri dan Informatika  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Jl. D.I. Panjaitan Nomor 128, Purwokerto Selatan

15102034@st3telkom.ac.id, 15102023@ittelkom-pwt.ac.id, 15102028@st3telkom.ac.id, aprijunaidi@ittelkom-pwt.ac.id

## Abstrak

Angklung merupakan salah satu alat musik tradisional Indonesia yang sudah mendunia. Kepopuleran ini tentunya mengundang banyak minat masyarakat untuk mempelajari alat musik angklung. Salah satu teknik belajar yang sedang populer digunakan adalah *online learning*. Permasalahannya, tidak semua masyarakat yang menggunakan teknik belajar ini mengerti atau paham nada yang digunakan pada video tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diciptakan suatu trobosan yang dapat membantu permasalahan tersebut. Trobosan yang dimaksud adalah dengan merancang pengenalan nada angklung dengan menggunakan *discrete faourier transform*. Hasil yang diharapkan adalah perancangan ini dapat membantu masyarakat dalam mengenali nada dan meningkatkan keahlian mereka dalam bermusik

Kata kunci : Pengenalan Suara, *Discrete Fourier Transform*, Angklung

## Abstract

*Angklung is one of Indonesia's traditional musical instruments that has become famous. This popularity certainly invites a lot of people's interest to learn angklung instruments. Online learning are one of the learning technique that is popular to be used. The problem is, not all people who use this learning technique understand the tone that is used in the video. Therefore, this study will create a breakthrough that can help these problems. The result wick is expected is this design can help people recognize tones and improve their skills in music.*

## Keywords :

*Voice Recognition, Discrete Fourier Transform, Angklung*

## I. PENDAHULUAN

Angklung merupakan alat musik tradisional khas Indonesia yang terbuat dari bambu. Alat musik ini berasal dari tanah Sunda Jawa Barat, yang dimainkan dengan cara menggoyang-goyangkan bambu tersebut. Kesenian angklung memiliki kemiripan tinggi dengan kesenian kenthongan. Namun dalam kesenian angklung seringkali dipadukan dengan alat perkusi lainnya, baik dalam penyajian, maupun pola permainan (Putra and Susetyo, 2012)

Alat musik angklung sudah mendunia dibuktikan dengan penampilan musik diberbagai negara seperti Amerika, Australia, Beijing, dan beberapa Kedutaan Besar Republik Indonesia (KBRI). Bahkan kelompok di Jerman membentuk Hamburg *Orchestra* sebagai kelompok orkestra angklung di Hamburg Jerman (KLNRI Indonesia, 2017). Alat musik angklung sendiri telah diakui sebagai warisan budaya dunia yang telah didaftarkan di UNESCO (KLNRI Indonesia, 2010).

Kepopuleran angklung tersebut tentunya mengundang banyak minat masyarakat untuk mempelajari salah satu alat musik khas Indonesia ini. Salah satu teknik belajar yang sedang populer dikalangan masyarakat adalah *online learning*. Banyak musik angklung yang telah di-upload kedalam bentuk video melalui salah satu situs web berbagi video. Namun tidak semua orang dapat membedakan jenis nada yang digunakan pada video yang dimaksud.

Atas dasar permasalahan diatas, penulis ingin membantu memecahkan masalah tersebut. Pada penelitian ini akan diciptakan suatu trobosan yang dapat membantu permasalahan tersebut. Trobosan yang dimaksud adalah dengan merancang pengenalan nada angklung dengan menggunakan *discrete faourier transform*. Rancangan ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengenali nada yang ada dalam angklung, sehingga secara tidak langsung dapat meningkatkan keahlian masyarakat dalam berkreasi.

## II. LANDASAN TEORI

Berikut merupakan landasan teori yang digunakan dalam pengenalan nada angklung menggunakan *discrete fast fourier*.

### II.1 Pengenalan Suara

Sinyal memegang peranan penting untuk menganalisis suara. Suara yang dihasilkan akan berbeda-beda sesuai dengan sumber suara, terutama pada suara manusia. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan frekuensi karakteristik, frekuensi alamiah, yang dihasilkan oleh pita suara (Kusmiran, 2018). Suara dapat diolah dengan digital sehingga dapat membantu meringankan kegiatan manusia. Pengolahan suara digital dapat dikembangkan menjadi suatu trobosan unik untuk mengakses informasi. Salah satunya adalah untuk mengenali suara masukan, sehingga dapat memberikan informasi mengenai arti atau makna dari suara masukan tersebut (Hapsari).

Pengolahan suara secara digital dapat membantu dalam mempermudah berbagai macam kegiatan manusia dengan cara mengembangkannya. Salah satunya yaitu pengolahan suara untuk pengenalan nada angklung. Suara dari angklung tersebut diolah sedemikian rupa sehingga setiap nada pada angklung dapat dimengerti bagi *user*. Hal ini tentunya memudahkan masyarakat yang ingin memperdalam ilmunya dalam kesenian alat musik angklung.

Pengenalan suara adalah proses untuk mengenali suara seseorang dengan menggunakan suara orang tersebut (Ariyanti, 2018). Sistem pengenalan suara merupakan bagian dari salah satu cabang ilmu komputer yaitu biometrika. Biometrika sendiri merupakan bidang yang mempelajari cara mengidentifikasi individu berdasarkan ciri-ciri

fisiologis dan tingkah lakunya. Identifikasi individu melalui ucapan suara merupakan salah satu cara yang dapat diterapkan (Ronando, and Irawan, 2012). Pengenalan suara mempunyai empat kunci agar dapat mendengarkan dan memahami ucapan manusia. Empat kunci yang dimaksud adalah sebagai berikut (Syarif and Arifin, 2011).

1. *Word Separation*, merupakan proses memisahkan *discreet* ucapan manusia. Bagian yang dipisahkan dapat berupa frasa besar atau kecil sebagai suku kata tunggal atau bagian kata.
2. *Vocabulary*, merupakan daftar *item* suara yang diidentifikasi oleh mesin pengenalan ucapan.
3. *Word Matching*, merupakan metode yang digunakan untuk mencari bagian suara di sistem perbendaharaan kata.
4. *Speaker Dependence*, adalah sejauh mana mesin pengenalan ucapan bergantung pada nada vokal dan pola bicara.

### II.2 Angklung

Angklung merupakan alat musik tradisional yang terbuat dari bambu yang berasal dari Jawa Barat, Indonesia. Angklung diartikan juga sebagai alat musik multitonal (bernada ganda) yang berkembang dalam masyarakat Sunda Jawa Barat. Cara membunyikannya dengan cara digoyangkan sehingga badan bambu berbenturan dan menghasilkan bunyi. Nada yang dihasilkan angklung sebagai musik tradisional sunda kebanyakan bernada pelog dan salendro (Aulia, 2014).

Angklung sendiri memiliki beberapa pengertian berbeda. Yakni angklung sebagai alat musik dan angklung sebagai bentuk dari seni pertunjukan. Perbedaan pengertian tersebut menunjukkan bahwa angklung kaya akan nilai, baik sosial, budaya, pendidikan, dan sebagainya (Hermawan, 2013).

Jenis dari alat musik angklung bermacam-macam seperti Angklung Dogdog Lo- jor, Angklung Baduy, Angklung Buncis Banten Kidul, dan sebagainya. Pada dasarnya bentuk dasar dari angklung tersebut sama, yaitu terdiri dari beberapa potongan bambu yang disusun dalam rangka sebagai bingkainya. Perbedaan dari bermacam-macam angklung tersebut adalah variasi bentuk rangka dan hiasan yang digunakan. Selain itu, perbedaan juga terlihat dari jumlah tabung

yang terbuat dari bambu. Hal ini menyebabkan variasi tangga nada dari alat musik angklung. Perbedaan jumlah tabung ini disesuaikan pada kebutuhan musikalnya (Hermawan, 2013).

Angklung merupakan satu unsur dari pasar barang seni dan satu bentuk kerajinan. Sebagai satu unsur barang seni dan satu bentuk kerajinan, artinya Angklung merupakan salah satu benda, barang, atau hasil karya seni (kerajinan) yang dapat diperjualbelikan, baik dalam bentuk alat musik itu sendiri (untuk digu- nakan dalam pertunjukan) maupun dalam bentuk cinderamata (Angklung berukuran kecil untuk hiasan atau gantungan kunci) (Hermawan, 2013).

### II.3 Matrix Laboratory MATLAB

MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah suatu program untuk menganalisis dan komputasi numerik. MATLAB merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matrik (Cahyono, 2013). Matlab merupakan program komputer yang mampu membantu memecahkan berbagai masalah matematis dalam bidang teknis. Matlab dapat dipakai dan diaplikasikan oleh berbagai bidang ilmu seperti Geografi, Biologi, Fisika, Informatika & elektronika, Mekanik, Ekonomi, Matematika dan cabang ilmu lainnya. Kelebihan dari *software* Matlab lainnya yaitu sebagai berikut (Fuada, 2013).

1. *High-Level Language*
2. *Matrix/array language for technical computing*
3. *Development environment managing code, files and data*
4. *Interactive tools for iterative exploration, design, and problem solving*

MATLAB sudah berkembang menjadi suatu *environment* pemrograman canggih yang berisi bermacam-macam fungsi. Fungsi tersebut yaitu fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. MATLAB berisi *toolbox* yang berisi berbagai fungsi tambahan untuk aplikasi khusus. MATLAB sendiri bersifat *extensible*, yaitu s pengguna atau *user* dapat menulis fungsi baru untuk

ditambahkan pada *library* ketika fungsi-fungsi *built-in* yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu (Cahyono, 2013).

Matlab menggunakan konsep array/matrik sebagai standar variabel elemennya tanpa memerlukan pendeklarasian array seperti pada bahasa lainnya. Selain itu juga dapat diintegrasikan dengan aplikasi dan bahasa pemrograman eksternal seperti C, Java, .NET dan Microsoft Excel. Software Matlab memiliki pengaplikasian yang berbeda-beda khususnya dalam pengaplikasian yang membutuhkan perhitungan secara matematis. Penting untuk mengetahui bahwa Matlab melakukan seluruh perhitungan matematis dalam bentuk matriks. Semua operasi matematika dalam Matlab adalah operasi matriks. Matlab dapat menunjukkan hasil perhitungan dalam bentuk grafik dan dapat dirancang sesuai keinginan kita menggunakan GUI yang kita buat sendiri (Hutagalung, 2018).

### II.4 Discrete Fourier Transform

*Discrete Fourier Transform* (DFT) merupakan metode yang digunakan pada pemrosesan sinyal digital dan filterisasi digital. DFT pada umumnya digunakan untuk mengolah sinyal digital dengan menggunakan komputer digital. Hal tersebut disebabkan karena DFT memiliki kecocokan karakteristik dengan komputer digital (Suryandari, 2009). Kegunaan DFT antara lain untuk menganalisis, memanipulasi, dan mensintesis sinyal (Lyons, 2011). Selain itu, sinyal juga dapat ditransformasikan dari domain waktu ke dalam domain frekuensi (Kusmiran, 2018). Transformasi Fourier Diskrit (DFT) digunakan untuk mengekstraksi informasi spektral dari isyarat terjendela yaitu untuk mengetahui besar energi yang terkandung pada pita frekuensi berbeda (Hidayat, dkk, 2015), Berikut merupakan rumus dari DFT (Smith, 2007).

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi nk/N} \quad \dots[1]$$

$k$  = indeks domain (0,1,2,...,  $N-1$ )

$n$  = indeks dalam domain waktu (0,1,2,...,  $N-1$ )

$X$  = indeks domain

Transformasi *Fourier* Diskrit (TFD) adalah bentuk salah satu transformasi *fourier*. Dimana sebagai ganti integral, digunakan sebagai

penjumlahan atau TFD merupakan cara untuk mempresentasikan sinyal periodik dan non-periodik kedalam domain frekuensi. TFD dalam dunia matematika sering disebut sebagai transformasi fourier tak berhingga, sehingga transformasi ini sering digunakan dalam pemrosesan sinyal digital, dalam menyelesaikan persamaan diferensial parsial, dan dalam sejumlah pengoprasian. Prinsip dalam DFT yaitu melakukan transformasi sinyal yang awalnya berbentuk analog menjadi sinyal yang bentuk diskrit dalam domain waktu. Selanjutnya sinyal tersebut diubah kedalam domain frekuensi.

DFT memiliki basis sinyal sinusoda dan merupakan bentuk kompleks. Sehingga representasi domain frekuensi yang dihasilkan juga akan memiliki bentuk kompleks. Dengan demikian dapat dilihat adanya bagian real dan imajiner, dan bisa juga hasil transformasi direpresentasikan dalam bentuk nilai absolute yang juga dikenal sebagai magnitudo respon frekuensinya dan magnitudo respon fase.

**II.5 Nada**

Nada merupakan bagian terkecil dari sebuah lagu (Supriyansah and Putra, 2011). Nada yang dikeluarkan nantinya akan dianalisis menggunakan metode Discrete Faurier Transform. Tangga nada adalah deretan atau susunan nada yang teratur tinggi rendahnya dan mempunyai pola jarak tertentu. Aturan dalam menyusun tangga nada sebagai berikut (Aulia, 2014).

5. Nada yang pertama sama dengan nada yang terakhir, tetapi beda oktaf.
6. Mulai dengan huruf besar (oktaf besar) dan di akhiri huruf kecil (oktaf kecil).
7. Perubahan huruf (oktaf) apabila melewati nada c.
5. Tidak diperbolehkan ada 2 tanda kromatis yang berbeda.

Alat musik angklung dibuat dari bambu dan cara membunyikannya dengan cara digoyangkan sehingga badan pipa bambu berbenturan dan menghasilkan bunyi yang bergetar dalam susunan 2,3 sampai 4 nada dalam setiap ukuran angklung. Laras (nada) yang dihasilkan angklung sebagai musik tradisional sunda kebanyakan bernada pelog dan salendro (Aulia, 2014).

Angklung memiliki nada pentatonis dan nada diatonis. Angklung pentatonis adalah Angklung

zaman dulu, menggunakan laras salendro, dan biasa dipertunjukkan dalam acara hajatan seperti perkawinan, sunatan, dan upacara-upacara, contohnya di antaranya adalah Angklung Buncis dan Angklung Sered. Kemudian Angklung diatonis, menggunakan tangga nada musik Barat: do re mi fa sol la ti do atau C D E F G A B C'. Angklung diatonis ini memiliki tanda yang berupa abjad (A B C D E F G dst.) dan angka (1 2 3 4 5 6 7 dst.). Untuk mempermudah dalam memilih Angklung, Angklung yang memiliki tanda berupa huruf besar dan angka tersebut diberi nomor dengan menggunakan nomor angka (Hermawan, 2013).

Banyaknya tabung pada Angklung mempengaruhi nada yang dihasilkan. Angklung yang terdiri dari dua tabung hanya menghasilkan satu nada dengan nada oktafnya, Angklung yang terdiri dari tiga tabung dapat menghasilkan satu nada dengan dua nada oktafnya, dan Angklung yang terdiri dari empat tabung (Angklung Daeng/Udjo), selain dapat menghasilkan satu nada dengan dua nada oktafnya, juga ditambah dengan nada lain sehingga membentuk akor (Hermawan, 2013).

Nada pada angklung yang penulis gunakan pada perancangan ini adalah 16 nada yaitu sebagai berikut.

**Tabel 1. Tabel Nada Angklung**

| Nomor | Nada Angklung |
|-------|---------------|
| 1.    | a-4           |
| 2.    | a-3           |
| 3.    | a3            |
| 4.    | a4            |
| 5.    | b3            |
| 6.    | b4            |
| 7.    | c4            |
| 8.    | c5            |
| 9.    | d4            |
| 10.   | d-5           |
| 11.   | e4            |
| 12.   | f-4           |
| 13.   | f4            |
| 14.   | g3            |
| 15.   | g4            |

**III. ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan mengenai desain GUI dan kode program yang digunakan dalam perancangan sistem pengenalan nada angklung menggunakan *descrete fourier transform*.

### III.1 Desain GUI

Berikut merupakan desain GUI dari perancangan sistem pengenalan nada angklung menggunakan *descrete fourier transform*.



**Gambar 1. Perancangan GUI Pengenalan Nada Angklung**

Pada desain GUI yang dibuat menggunakan matlab, terdapat beberapa bagian. Bagian judul, *output*, dan *input*. Pada bagian *input* terdapat *frame blocking segaverage*. Pada bagian tersebut terdapat dua *popup* yang menampilkan bit *frame* yang berbeda. Pada bagian judul terdapat *edit text* yang diisi dengan Nada Angklung. Pada bagian *output* terdapat dua plot yang dapat menampilkan *output* gelombang. Sedangkan pada *output* bagian kanan atas, terdapat *edit text* yang dapat menampilkan hasil pengenalan nada.

### III.2 Kode Program

Berikut merupakan kode program yang digunakan dalam perancangan sistem pengenalan nada angklung menggunakan *discrete fourier transform*.

```
Source pop up frame severage:
indeks=get(handles.popupmenu3,'Value');
switch indeks
    case 1
        segaveragl=2;
    case 2
        segaveragl=4;
    case 3
        segaveragl=8;

        case 4
            segaveragl=16;
        case 5
```

```
        segaveragl=32;
        case 6
            segaveragl=64;
    end
    handles.segaverag=segaveragl;
    guidata(hObject, handles);
```

Source button merekam:

```
sample_length=2;
sample_freq=4800;
sample_time=(sample_length*sample_freq);
z=wavrecord(sample_time,sample_freq);
% wavwrite(x, sample_freq, 's.wav');
axes(handles.axes1)
plot(z);
xlabel('data ke');
ylabel('amplitudo');
% x=wavread('s.wav');
```

Source button merekam lanjutan:

```
b0=0.5;
fb=handles.frame;
segaverag=handles.segaverag;
% normalisasi
x1=z/max(abs(z));
% potong kiri
b1=find(x1>b0 | x1<-b0);
x1(1:b1(1))=[];
% potong kiri2
bts=floor(0.25*length(x1));
x1(1:bts)=[];
% frame blocking
x2=x1(1:fb);
% normalisasi 2
x3=x2/max(abs(x2));
% windowing
h=hamming(fb);
x4=x3.*h;
% DFDFT
x5=abs(dft(x4));
x5=x5(1:length(x5)/2);
x5(1)=0;
x5=x5/max(x5);
% segment averag
x6=reshape(x5,segaverag,[]);
x6=mean(x6);
x6=x6(:);
axes(handles.axes2)
bar(x6);
xlabel('datake');
ylabel('amplitudo');

if (fb==16) &&(segaverag==2)
    load dbdft16seg2;

elseif (fb==16) &&(segaverag==4)
```



```

load dbdft16seg4;

elseif (fb==16) &&(segaverag==8)
load dbdft16seg8;

elseif (fb==32) &&(segaverag==2)
load dbdft16seg2;

elseif (fb==32) &&(segaverag==4)
load dbdft16seg4;

elseif (fb==32) &&(segaverag==8)
load dbdft16seg8;

elseif (fb==32) &&(segaverag==16)
load dbdft16seg16;

elseif (fb==64) &&(segaverag==2)
load dbdft16seg2;

elseif (fb==64) &&(segaverag==4)
load dbdft16seg4;

elseif (fb==64) &&(segaverag==8)

end
%perhitungan korelasi
for n=1:12
z(n)=korelasi(x6,dbz(:,n));

end
%pengurutn
[s1,s2]=sort(z,'descend');
bataskorelasi=0.5;
if s1(1)>bataskorelasi
kelasout=s2(1);
nada={'A';'B';'C';'D';'E';'F';'G'};
nadaout=nada{kelasout};

else
nadaout='eror';
end
set(handles.text1,'String',nadaout);

```

```

load dbdft16seg8;
elseif (fb==128) &&(segaverag==16)
load dbdft16seg16;
elseif (fb==128) &&(segaverag==32)
load dbdft16seg32;
elseif (fb==128) &&(segaverag==64)
load dbdft16seg64;
end
%perhitungan korelasi
for n=1:12
z(n)=korelasi(x6,dbz(:,n));

```

```

end
%pengurutn
[s1,s2]=sort(z,'descend');
bataskorelasi=0.5;

if s1(1)>bataskorelasi
kelasout=s2(1);
nada={'A';'B';'C';'D';'E';'F';'G'};
nadaout=nada{kelasout};

else
nadaout='eror';
end
set(handles.text1,'String',nadaout);

```

```

Source button reset:
axes(handles.axes1);
plot(0);
axes(handles.axes2);
plot(0);

```

```

Source popup frame blocking:
indeks=get(handles.popupmenu1,'Value');
switch indeks
case 1
framebl=16;
case 2
framebl=32;
case 3
framebl=64;
case 4
framebl=128;
end
hand
les.frame=framebl;
guidata(hObject,handles);

```

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Discrete Fourier Transform bisa digunakan untuk pengenalan nada alat musik
2. Aplikasi ini digunakan untuk mengenali nada dari suara alat musik Angklung

Saran yang dapat diberikan untuk peneliti berikutnya adalah sebagai berikut.

1. Dalam melakukan perekaman suara, disarankan untuk tidak ada noise agar hasil menjadi maksimal.

2. Perbanyak model suara yang akan dijadikan sampel agar hasilnya menjadi lebih akurat

#### REFERENSI

- Putra, A.P, and Susetyo, B, 2012, "Bentuk Pertunjukan Kesenian Angklung Carang Wulung," *J. Seni Musik*, vol. 1, no. 1, pp. 1–3, 2012.
- K. L. N. R. Indonesia, "Hamburg Orchestra Pagelarkan "Angklung in Concert"," *Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia*, 2017. [Online]. Available: <https://www.kemlu.go.id/id/berita/berita-perwakilan/Pages/Angklung-Hamburg-Orchestra-Pagelarkan-.,Angklung-In-Concert--Di-Hamburg.aspx>.
- K. L. N. R. Indonesia, "Angklung Diakui Sebagai Warisan Budaya Dunia," *Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia*, 2010. [Online]. Available: <https://www.kemlu.go.id/lima/id/berita-agenda/berita-perwakilan/Pages/Angklung-Diakui-Sebagai-Warisan-Budaya-Dunia.aspx>.
- Kusmiran, A, 2018, "Implementasi Algoritma Discrete Furier Transform untuk Karakterisasi Nada dari Huruf Vokal," *Tambora*, vol. 1, no. March, pp. 0–5, 2018.
- Hapsari, J.P., "Aplikasi Pengenalan Suara Dalam Pengaksesan Sistem Informasi Akademik," vol. 1, pp. 1–8.
- Ariyanti, S, Adi, S.S., and Purbawanto, S, 2018, "Sistem Buka Tutup Pintu Otomatis Berbasis Suara Manusia," *ELINVO(Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 3, no. May, pp. 83–91, 2018.
- Ronando, E., and Irawan, M.I, 2012, "Pengenalan Ucapan Kata Sebagai Pengendali Metode Linear Predictive Coding – Neuro Fuzzy," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 51–56, 2012.
- Syarif,A., Daryanto, T., and Arifin, M.Z., 2011, "Aplikasi Speech Application Programming Interface ( Sapi ) 5 . 1 Sebagai Perintah Untuk Pengoperasian Aplikasi Berbasis Windows," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, pp. 17–18, 2011.
- Aulia, A, 2014, "Aplikasi Angklung 15 Nada Diatonis Berbasis Android," p. 131, 2014.
- Hermawan, D, 2013, "Angklung Sunda Sebagai Wahana Industri Kreatif dan Pembentukan Karakter Bangsa," *Seni Budaya Panggung*, vol. 23, no. 2, pp. 171–186, 2013.
- Cahyono, B., 2013, "Penggunaan Software Matrix Laboratory (Matlab) Dalam Pembelajaran Aljabar Linier," *Phenomenon*, vol. 1, pp. 45–62, 2013.
- Fuada, S, 2013, "Analisisoscilatorastalbemultivibrator Ic 741ua Menggunakanpendekatanmatlabdan Softwareelektronik," *Pros. SENTIA*, vol. 5, 2013.
- Hutagalung, S.N, 2018, "Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4307, no. February, pp. 30–35, 2018.
- Suryandari, D.R., and Yulianto, F.A, 2009, "Dekomposisi Nilai Singular Dan Discrete Fourier Transform Untuk Noise Filtering Pada Citra Digital," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. 2009, no. Snati, 2009.
- Lyons, R.G, 2011, *Understanding Digital Signal Processing*, Third Edit. United States of America, 2011.
- Hidayat, S., Hidayat, R, and Adji, T.B, ,2015, "Sistem Pengenal Tutur Bahasa Indonesia Berbasis Suku Kata Menggunakan MFCC, Wavelet Dan HMM," no. September, pp. 246–251, 2015.
- Smith, J.O. III, *Mathematics Of The Discrete Fourier Transform (Dft) With Audio Applications*, Second Edi. W3K Publishing, 2007.
- Supriansyah and Y. H. Putra, "Perancangan Sistem Pengenalan Nada Tunggal Keyboard (Orgen) Pada Pc Berbasis Matlab."