

# ANALISIS PERFORMA AUDIO CODEC PADA IMPLEMENTASI VOICE OVER IP (VOIP)

Afrig Aminuddin<sup>1)</sup>, Widyawan<sup>2)</sup>, Ridi Ferdiana<sup>3)</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada  
Jl Grafika No.2, Kampus UGM, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281  
Email : [afrig.ti14@mail.ugm.ac.id](mailto:afrig.ti14@mail.ugm.ac.id)<sup>1)</sup>, [widyawan@ugm.ac.id](mailto:widyawan@ugm.ac.id)<sup>2)</sup>, [ridi@ugm.ac.id](mailto:ridi@ugm.ac.id)<sup>3)</sup>

## Abstrak

Komunikasi VoIP membutuhkan audio codec untuk memaksimalkan kualitas komunikasi tersebut. Audio codec adalah elemen penting dalam komunikasi VoIP. Terdapat banyak audio codec yang telah ditemukan sampai saat ini.

Dalam makalah ini penulis menguji performa beberapa audio codec yang sudah tersedia untuk memaksimalkan kualitas komunikasi VoIP. Selain itu penulis juga menambahkan hasil uji dari peneliti lain sebagai perbandingan.

Pada akhirnya penulis menemukan Opus sebagai audio codec dengan latency terkecil yang menjadikannya audio codec terbaik untuk komunikasi VoIP.

**Kata kunci:** Audio codec, VoIP, Opus.

## 1. Pendahuluan

Komunikasi antara dua manusia dapat terjadi melalui beberapa langkah. Pertama informasi dikumpulkan kemudian informasi diproses menjadi data yang bisa di sampaikan kepada orang lain, baik berupa suara maupun gerakan. Kemudian data tersebut diterima oleh orang lain sebagai penerima data. Selanjutnya data tersebut diterjemahkan kembali menjadi informasi yang dapat difahami oleh penerima data.

Konsep sederhana inilah yang mendasari *audio codec*. *Audio codec* terdapat pada perangkat keras maupun perangkat lunak. Pada perangkat keras, *audio codec* merupakan sebuah alat yang dapat memproses suara analog menjadi sinyal digital dan sebaliknya. Sedangkan pada perangkat lunak *audio codec* merupakan algoritma yang dapat melakukan kompresi dan dekompresi data audio digital pada file audio maupun *audio streaming*. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ukuran audio dengan tetap menjaga kualitas audio. Pada file audio, proses ini dapat menghemat ukuran file. Sedangkan pada *audio streaming*, proses ini dapat menghemat *bandwidth* dan mengurangi *delay* dalam mentransmisikan *audio streaming*.

Terdapat banyak sekali *audio codec* yang telah ditemukan dan digunakan hingga saat ini. *Audio codec* ini diciptakan menyesuaikan pada kebutuhannya. Diantaranya untuk audio pada DVD kualitas tinggi, radio

digital, *internet streaming*, rekaman suara dan untuk komunikasi VoIP. Pada makalah ini penulis melakukan komparasi beberapa *audio codec* dengan tujuan mendapatkan *audio codec* terbaik untuk komunikasi VoIP. Terdapat beberapa parameter yang dapat diukur untuk menunjukkan kualitas sebuah *audio codec*.

## 2. Pembahasan

Pada pembahasan ini penulis akan memberikan penjelasan singkat mengenai komunikasi VoIP dan protokolnya. Selanjutnya akan disebutkan beberapa *audio codec* yang didesain khusus untuk VoIP. Kemudian pada bagian selanjutnya akan dijelaskan tentang parameter-parameter penilaian untuk komparasi *audio codec* beserta hasil komparasinya. Selain itu penulis juga menambahkan hasil uji dari peneliti lain sebagai perbandingan dan pelengkap dalam makalah ini.

### 2.1 Komunikasi VoIP

VoIP adalah metode pengiriman data berupa audio dan visual melalui jaringan IP baik di dalam jaringan lokal maupun internet. Pada prosesnya sinyal suara diencode oleh sebuah perangkat keras menjadi sinyal audio digital berupa data. Kemudian data dikompresi oleh *audio codec* guna mengurangi ukuran data audio. Kemudian data hasil kompresi tersebut dikirimkan pada IP tujuan. Ketika data telah sampai pada IP tujuan, data tersebut didekompresi untuk mengembalikan data menjadi data audio murni. Selanjutnya data tersebut didecode kembali oleh perangkat keras menjadi sinyal suara analog yang dapat kita dengarkan.

### 2.2 Protokol VoIP

Protokol VoIP merupakan aturan-aturan standar yang digunakan di dalam komunikasi VoIP. Protokol VoIP terbagi menjadi 2 jenis yaitu *proprietary* dan *open standard*. Untuk proses *signalling*, protokol yang biasa digunakan adalah *Session Initiation Protocol (SIP)*. SIP biasa digunakan pada telepon IP untuk panggilan suara maupun panggilan video. SIP juga digunakan untuk aplikasi *messenger* pada jaringan IP. *Signalling SIP* bekerja dengan cara membuat, memodifikasi dan memutus sesi komunikasi VoIP. Sedangkan untuk transmisi multimedia protokol yang sering digunakan adalah *Real-time Transport Protocol (RTP)*. RTP digunakan dalam komunikasi VoIP dan *streaming multimedia* seperti telepon, konferensi video dan televisi internet. RTP didesain untuk dapat digunakan pada

berbagai *audio codec* yang berbeda seperti yang akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

### 2.3 Audio Codec

*Audio codec* berperan penting dalam komunikasi VoIP. Ada banyak *audio codec* yang telah ditemukan untuk berbagai tujuan, salah satunya adalah untuk VoIP. Di dalam metode kompresinya *audio codec* terbagi menjadi dua yaitu *lossy* dan *lossless compression*. *Lossy compression* adalah teknik kompresi data dengan cara menghilangkan sebagian data dengan tetap mempertahankan rasio dan perkiraan data aslinya. Data hasil dekompresi mengalami perubahan dari data aslinya. Sedangkan *lossless compression* adalah teknik kompresi data dengan tanpa mengurangi kualitas atau menghilangkan sebagian data aslinya sehingga data hasil kompresi akan sama persis dengan data awal.

Pada praktiknya teknik *lossy* dapat mengurangi ukuran data dengan sangat signifikan jika dibandingkan dengan *lossless*. *Lossy* cocok digunakan untuk data multimedia berupa gambar audio, dan video. Sedangkan *lossless* biasanya digunakan pada file text dan data.

Berikut adalah beberapa *audio codec* yang didesain khusus untuk komunikasi VoIP.

#### a. Apple Lossless

Apple Lossless atau juga dikenal sebagai *Apple Lossless Audio Codec (ALAC)* atau *Apple Lossless Encoder (ALE)* adalah *audio codec* yang dikembangkan oleh Apple Inc. sesuai dengan namanya Apple menggunakan teknik *lossless* pada kompresinya. Pada awalnya sejak tahun 2004 *audio codec* ini berlisensi *proprietary* atau *closed source*. Kemudian pada tahun 2011 Apple menjadikan *audio codec* ini *open source* dan dibebaskan dari biaya royalti [1].

#### b. WavPack

WavPack adalah *audio codec* berlisensi *open-source* yang dikembangkan oleh David Bryant dengan teknik *lossless compression*. WavPack memiliki mode *hybrid* yaitu WavPack juga menyediakan audio file berukuran kecil dengan teknik kompresi *lossy* beserta sebuah file koreksinya. Ketika file *lossy* digabungkan dengan file koreksinya, akan menghasilkan file yang persis sama dengan aslinya. Hal ini sangat mirip dengan teknik *lossless*. *Audio codec* ini dirilis pada tanggal 25 Mei 2015 [2].

#### c. True Audio (TTA)

TTA adalah *audio codec* bertipe *lossless* yang mendukung *multichannel* yaitu 8 bit, 16 bit dan 24 bit. Kemampuan kompresi TTA bervariasi antara 30% sampai 70% dari ukuran aslinya tergantung dari tipe file audionya. Semua *source code* TTA dapat diunduh gratis dan didistribusikan dengan lisensi GPL. *Audio codec* ini dikembangkan oleh Aleksander Djourik dirilis pada tanggal 26 Juli 2007 [3].

#### d. Free Lossless Audio Codec (FLAC)

FLAC adalah *audio codec* yang dikembangkan oleh yayasan Xiph.Org dan dirilis pada tanggal 20 Juli 2001. Algoritma FLAC mampu menyusutkan ukuran data 50-60% dari data aslinya. FLAC mendukung *metadata tagging*, gambar kover album dan *fast seeking*. FLAC tersedia dalam *open format* dengan tanpa biaya royalti. Hal ini menjadikan FLAC didukung oleh lebih banyak perangkat keras dibandingkan dengan *audio codec* lain yang bersifat *proprietary*.

#### e. Codec2

Codec2 adalah *audio codec* yang didesain khusus untuk suara manusia. Codec2 dikembangkan oleh David Rowe sejak tahun 2010. Codec2 didesain untuk radio amatir dan komunikasi lain yang membutuhkan kompresi tinggi. Codec2 diadopsi oleh beberapa sistem radio dan software radio diantaranya FreeDV, FlexRadio 6000 series, SM1000, dan Algoram Whitebox series. Sampai saat ini *codec* ini masih dalam tahap pengembangan.

#### f. Opus

Opus adalah *audio codec* yang dikembangkan oleh Internet Engineering Task Force (IETF) yang sangat cocok untuk aplikasi *real-time* interaktif pada komunikasi VoIP. Opus menggabungkan dua teknologi *audio codec* yang berbeda yaitu antara SILK yang berorientasi pada suara manusia dan CELT yang memiliki *latency* rendah. Oleh karena itu Opus dapat disetel dari *bitrate* tinggi ke *bitrate* paling rendah. Opus dirilis pertama kali pada tanggal 11 September 2012 [4].

#### g. BroadVoice

BroadVoice adalah *audio codec* yang dikembangkan oleh perusahaan telekomunikasi terkemuka Broadcom. *Codec* ini dirilis sebagai *open source* pada tahun 2009.

#### h. Speex

Speex adalah *audio codec* yang dikembangkan oleh yayasan Xiph.Org. Speex didesain untuk suara manusia yang digunakan pada VoIP. Speex menggunakan teknik kompresi *lossy* [5].

### 2.4 Parameter Audio Codec

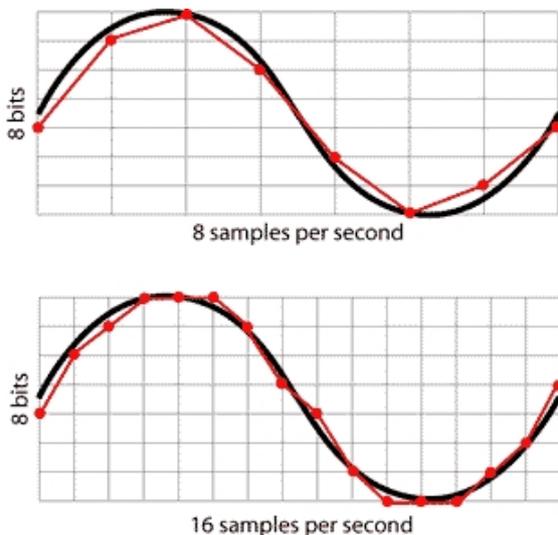
Untuk mengukur kualitas *audio codec* didasarkan pada parameter-parameter dibawah ini.

#### a. Latency

*Latency* adalah waktu *delay* yang terjadi antara awal *encoding* audio sampai akhir *decoding* audio dalam satuan mili second (ms). Semakin kecil nilai *latency audio codec*, memungkinkan komunikasi *realtime* tanpa jeda pada saat panggilan VoIP.

b. *Sample rate*

*Sample rate* adalah banyaknya suara / getaran yang direkam dalam satu detik dengan satuan *Hertz / Hz*. Sebagaimana *frame per second (fps)* pada video, semakin tinggi *sample rate* maka semakin halus suara yang didengar. *Sample rate* yang biasa digunakan adalah 44.100 Hz. Audio yang sama dengan *sample rate* berbeda menghasilkan kualitas audio yang berbeda pula. Sebagai gambaran dapat dijelaskan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. *Sample rate* [6].

Grafik diatas adalah sinyal suara dalam satu detik. Gari warna hitam adalah sinyal suara analog. Sedangkan garis warna merah adalah sinyal suara digital. Grafik ini menjelaskan perbedaan *sample rate* pada audio yang sama. Pada grafik pertama adalah audio dengan *sample rate* 8 Hz kemudian pada grafik kedua adalah audio dengan *sample rate* 16 Hz. Dari grafik tersebut dapat kita simpulkan bahwa audio dengan *sample rate* lebih tinggi memiliki kualitas yang lebih halus daripada audio dengan *sample rate* rendah. Grafik ini hanya sebagai contoh, pada praktiknya minimal *sample rate* audio adalah 8 kHz.

c. *Bitrate*

*Bitrate* adalah banyaknya data audio dalam setiap detiknya dengan satuan *bit per second (bps)*. *Bitrate* dapat diibaratkan sebagai *dot per inch (dpi)* pada gambar digital. Semakin tinggi *bitrate* semakin tajam suaranya namun konsekuensinya data audio menjadi semakin besar [7].

d. *Constant bitrate (CBR)*

*Audio codec* memiliki fitur CBR jika dia memiliki ukuran data suara yang konstan setiap detiknya. CBR sangat berguna untuk *streaming* konten multimedia.

e. *Variable bitrate (VBR)*

Berkebalikan dengan CBR, *audio codec* dengan fitur VBR menghasilkan ukuran data yang berbeda dalam

setiap detiknya. Pada saat data suara mencapai kerumitan yang tinggi, maka akan menghasilkan *bitrate* yang tinggi dan sebaliknya.

f. *Channel*

*Channel* dalam audio adalah alokasi sinyal suara yang berbeda dalam data yang sama. Audio dengan satu channel dikenal dengan *mono*, sedangkan audio dengan dua channel dikenal dengan *stereo*. Audio dengan format *stereo* biasanya memiliki perbedaan antara suara yang didengar di telinga kiri dan telinga kanan. Sedangkan audio dengan lebih dari dua *channel* disebut dengan audio *multi channel*. Audio ini biasanya digunakan pada *home theater* maupun bioskop.

g. *Bit depth*

*Bit depth* adalah kedalaman sebuah audio yaitu perbedaan antara puncak atas gelombang dengan lembah bawah gelombang. Pada Gambar 1 diatas menunjukkan audio dengan *bit depth* 8 bit. Pada audio digital *bit depth* yang sering digunakan adalah 8 bit dan 16 bit.

*Bitrate* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$bitrate = sample\ rate \times bit\ depth \times channels$$

*Bitrate* sebuah audio dengan *sample rate* 44.100, *bit depth* 16, dan *channel stereo* dihitung sebagai berikut.

$$44.100 \times 16 \times 2 = 1.411.200\ bits/second = 1,4\ kbps$$

Sedangkan untuk menghitung ukuran file audio yaitu dengan rumus.

$$size\ (bits) = sample\ rate \times bit\ depth \times channel \times length$$

$$size\ (bytes) = size\ (bits) / 8$$

Sebuah file musik berdurasi empat menit dengan *sample rate* 44.100, *bit depth* 16, *channel stereo* dihitung sebagai berikut.

$$44.100 \times 16 \times 2 \times 240 = 338.688.000\ bits = 42.336.000\ bytes = 42\ MB$$

Dari hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa audio tanpa kompresi membutuhkan ruang penyimpanan yang sangat besar. Sebagai perbandingan, file MP3 berdurasi empat menit memiliki ukuran rata-rata 4 MB. Berarti dengan kompresi, file audio dapat menyusut 90% dari ukuran aslinya. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa *audio codec* sangat penting digunakan pada data berupa audio untuk menghemat *bandwidth* / ruang penyimpanan. Selain kemampuan kompresi, parameter lain yang harus dipertimbangkan adalah *latency* / *delay* yang telah dijelaskan sebelumnya.

2.5 Hasil Uji

Dalam pengujiannya menggunakan metode *programming* yaitu menggunakan bahasa pemrograman Java. Untuk proses *encoding* dan *decoding* digunakan

library dari source code masing-masing audio codec yang sudah tersedia open source.

Langkah pertama siapkan sebuah file audio tanpa kompresi berdurasi satu menit. Langkah kedua program memulai perhitungan dan mulai melakukan encoding. Langkah ketiga program melakukan decoding sekaligus mengakhiri perhitungan. Setiap audio codec diuji sebanyak 100 kali. Kemudian didapatkan angka latency rata-rata dari masing-masing audio codec.

Berikut adalah hasil pengujian terhadap sembilan audio codec yang telah disebutkan pada sub bab sebelumnya.

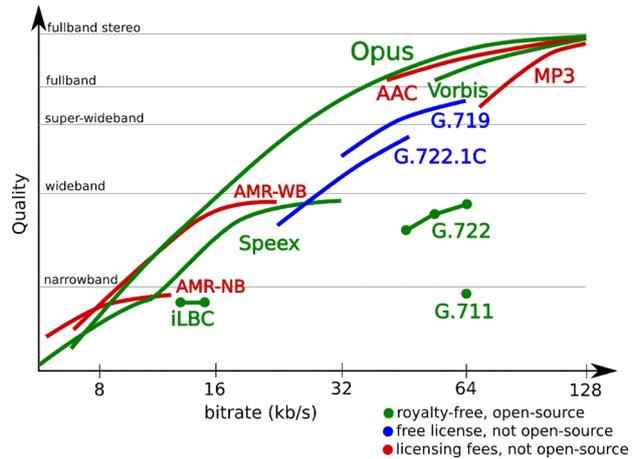
Tabel 1. Hasil Uji Audio Codec

Audio Codec	Sample Rate	Bitrate	Latency	Multi Channel
ALAC	1-384 kHz	16-32 kb/s	212 ms	Yes
WavPack	1-16 MHz	32 kb/s	105 ms	Yes
TTA	0-4 GHz	1-64 kb/s	1045 ms	Yes
FLAC	1-64 kHz	8-32 kb/s	25 ms	Yes
Codec2	8 kHz	1-3 kb/s	30 ms	No
Opus	8-48 kHz	6-510 kb/s	5 ms	Yes
BroadVoice	8-16 kHz	16-32 kb/s	5 ms	No
Speex	8-48 kHz	2-44 kb/s	32 ms	Yes

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa sample rate terlebar dimiliki oleh TTA yaitu di angka 0 – 4 GHz. Sedangkan sample rate tersempit adalah Codec2 yang hanya mendukung 8 kHz. Untuk bitrate terlebar dimiliki oleh Opus yaitu 6 – 510 kbps. Sedangkan bitrate tersempit dimiliki oleh WavPack yang hanya mendukung 32 kbps. Hal ini menjadikan Opus sebagai satu-satunya audio codec yang mendukung narrowband, wideband maupun superband.

Latency terbesar dimiliki oleh TTA yaitu mencapai angka 1045 ms atau 1 detik lebih. Hal ini menjadikan TTA sangat tidak cocok digunakan untuk komunikasi VoIP, karena komunikasi akan terhambat oleh delay. Opus dan BroadVoice memiliki latency terkecil yaitu 5ms, namun BroadVoice hanya mendukung satu channel / mono sedangkan Opus sudah mendukung multichannel / stereo.

Di makalah ini kami juga menambahkan hasil pengujian yang dilakukan peneliti lain dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 2. Perbandingan kualitas dengan bitrate [8].

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa pada band / kualitas yang sama, Opus memiliki bitrate yang cenderung lebih kecil dibandingkan dengan audio codec lainnya. Selain itu pada penelitian di atas audio codec dikelompokkan menjadi tiga yaitu.

1. Royalty-free, open-source

Pada kelompok ini audio codec dapat digunakan tanpa membayar biaya royalti. Selain itu audio codec juga tersedia open-source yang artinya setiap orang diperbolehkan untuk melihat dan melakukan perubahan pada source code. Pada kelompok ini terdapat audio codec Opus, Vorbis, Speex, ILBC, G.722 dan G.711.

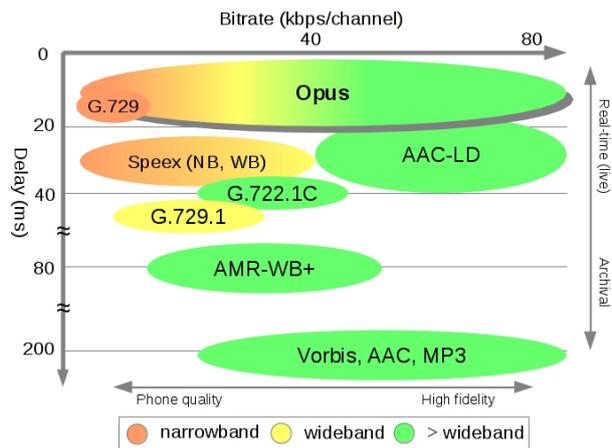
2. Free license, not open-source

Pada kelompok ini pemakaian audio codec tidak dikenakan biaya lisensi. Namun pengembang pasti akan mengalami kesulitan dalam mengembangkan aplikasi dengan memanfaatkan audio codec ini dikarenakan audio codec ini tidak tersedia open-source. Pada kelompok ini terdapat audio codec G.719 dan G.722.1C.

3. Licensing fees, not open source

Pada kelompok ini pengembang harus membayar biaya lisensi untuk dapat menggunakan audio codec ini. Selain itu source code nya juga tidak tersedia open-source. Pada kelompok ini terdapat audio codec MP3, AAC, AMR-WB dan AMR-NB.

Selain meneliti perbandingan kualitas dengan bitrate, juga diteliti perbandingan bitrate dengan latency pada audio codec. Hasil penelitiannya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 3. Perbandingan bitrate dengan latency [8].

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa Opus memiliki delay di bawah 20 ms. Sedangkan untuk Vorbis, AAC dan MP3 mempunyai delay rata-rata diatas 200 ms. Meskipun G.729 memiliki delay yang hampir sama dengan Opus namun G.729 hanya mendukung narrowband. Hal ini kontras dengan Opus yang sudah mendukung narrowband, wideband dan superband. Dengan dukungan multiband pada Opus menjadikan Opus cocok digunakan dalam berbagai tujuan tidak terbatas pada komunikasi VoIP.

### 3. Kesimpulan

Dari berbagai hasil uji dapat disimpulkan bahwa Opus menunjukkan performa terbaik dengan latency yang sangat kecil (5ms) yang dapat mengurangi delay pada komunikasi VoIP. Selain itu Opus juga memiliki bitrate yang bervariasi sehingga dapat disesuaikan dengan infrastruktur yang tersedia. Opus juga memiliki fitur-fitur yang lengkap dan kustomisasi yang luas dikarenakan Opus tersedia secara open-source. Hal ini menjadikan Opus sebagai audio codec terbaik untuk komunikasi VoIP.

### Daftar Pustaka

- [1] McElhearn, Kirk. "An Overview of Apple Lossless Compression Results". Kirkville. 2012.
- [2] Heijden, Hans. "Compression and speed of lossless audio formats". 2009.
- [3] Djuric, A. "TTA Lossless audio codec-True audio compressor algorithms.". 2010.
- [4] Spittka, Julian; Vos, Koen; Valin, Jean-Marc. "Opus Media Type Registration". RTP Payload Format for the Opus Speech and Audio Codec. p. 9. sec. 6.1. ISSN 2070-1721. RFC 7587. 2015.
- [5] Xiph.Org. "Speex: A Free Codec For Free Speech." 2009.
- [6] PartyVibe, "Sample rates | Sound Engineering Forum", [Online]. Available : <https://www.partyvibe.com/forums/sound-engineering/48259-sample-rates.html> [Diakses : 5 Desember 2015]
- [7] Gupta, Prakash C. *Data Communications and Computer Networks. PHI Learning*. 2011.
- [8] Opus, "Audio Codec Comparison", [Online]. Available : <https://www.opus-codec.org/comparison/> [Diakses : 5 Desember 2015]

### Biodata Penulis

**Afrig Aminuddin**, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta, lulus tahun 2014. Saat ini menjadi mahasiswa pascasarjana Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik di Universitas Gadjah Mada.

**Widyawan**, memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST), Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada, lulus pada 1999. Memperoleh gelar *Master of Medical Informatics (M.Sc)* di *Erasmus University Belanda*, lulus pada 2003. Dan memperoleh gelar *Doctor of Electronic Engeneering (Ph.D)* dari *Cork Institute of Technology* pada tahun 2009. Saat ini menjadi dosen di Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi serta menduduki jabatan sebagai Kepala Departemen Sistem dan Sumber Daya Informasi Universitas Gadjah Mada.

**Ridi Ferdiana**, Dosen dan Peneliti di Universitas Gadjah Mada. Memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) dan Magister Teknik (M.T) di Universitas Gadjah Mada. Memperoleh gelar Doktor (Dr) di Program Doktorat Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada dalam *Rekayasa Perangkat Lunak (Application Lifecycle Management)*, fokus pada *Metodologi Agile Global*, pada tahun 2011. Adapun sertifikat Microsoft yang dimiliki; MCTS, MCPD, MCITP, MTA, MOS, dan MCT. Saat ini, tulisan-tulisan beliau terdapat pada <http://ridilabs.net> dan @ridif.

