



*Pengembangan Metode Data Hiding pada
Audio Berbasis Random Reduce Difference
Expansion*

DWI SHINTA ANGRENI
5114201036

Dibimbing Oleh
Dr. Tohari Ahmad, S.Kom, MIT.

Publikasi yang Dihasilkan

- ▶ Enhancing DE-based Data Hiding Method by Controlling the Expansion, The 4th International Conference on Information Technology for Cyber and IT Service Management (CITSM 2016) Presented, Indeks IEEE / Scopus

Latar Belakang

- ▶ Steganografi merupakan salah satu cara yang digunakan untuk melindungi informasi digital dengan melakukan penyembunyian data.
- ▶ Sejumlah metode *reversible data hiding* berbasis *integer transform* telah diusulkan.
- ▶ Pada Tahun 2003 Tian mengusulkan metode Difference Expansion(DE) , dan RDE merupakan metode *data hiding* pengembangan dari DE.
- ▶ Walaupun dapat meningkatkan kemampuan kapasitas sebuah media cover, namun metode ini belum dapat menangani masalah *overflow* dan *underflow*
- ▶ Pada tahun 2015 Choi dkk mengaplikasikan metode GDE pada audio.
- ▶ Agar dapat bekerja pada domain audio digunakan metode partisi untuk mengubah struktur audio 16 bit menjadi struktur gambar 8 bit

Rumusan Masalah

- ▶ Bagaimana cara mengatasi masalah *overflow* dan *underflow* dengan menggunakan pengembangan metode RDE pada berkas audio?
- ▶ Bagaimana mempertahankan kualitas berkas audio setelah dilakukan partisi dengan menggunakan pengembangan metode *Intelligent Partitioning (IP)* pada audio?
- ▶ Bagaimana pengaruh skema *Multi-layer* terhadap kualitas dan kapasitas berkas audio?

Tujuan Penelitian

- ▶ Mengatasi masalah *overflow* dan *underflow* dengan menggunakan pengembangan metode RDE pada berkas audio
- ▶ Mempertahankan kualitas data audio setelah dilakukan partisi dengan menggunakan pengembangan metode IP pada audio
- ▶ Melihat pengaruh skema Multi-layer terhadap kualitas dan kapasitas berkas audio.

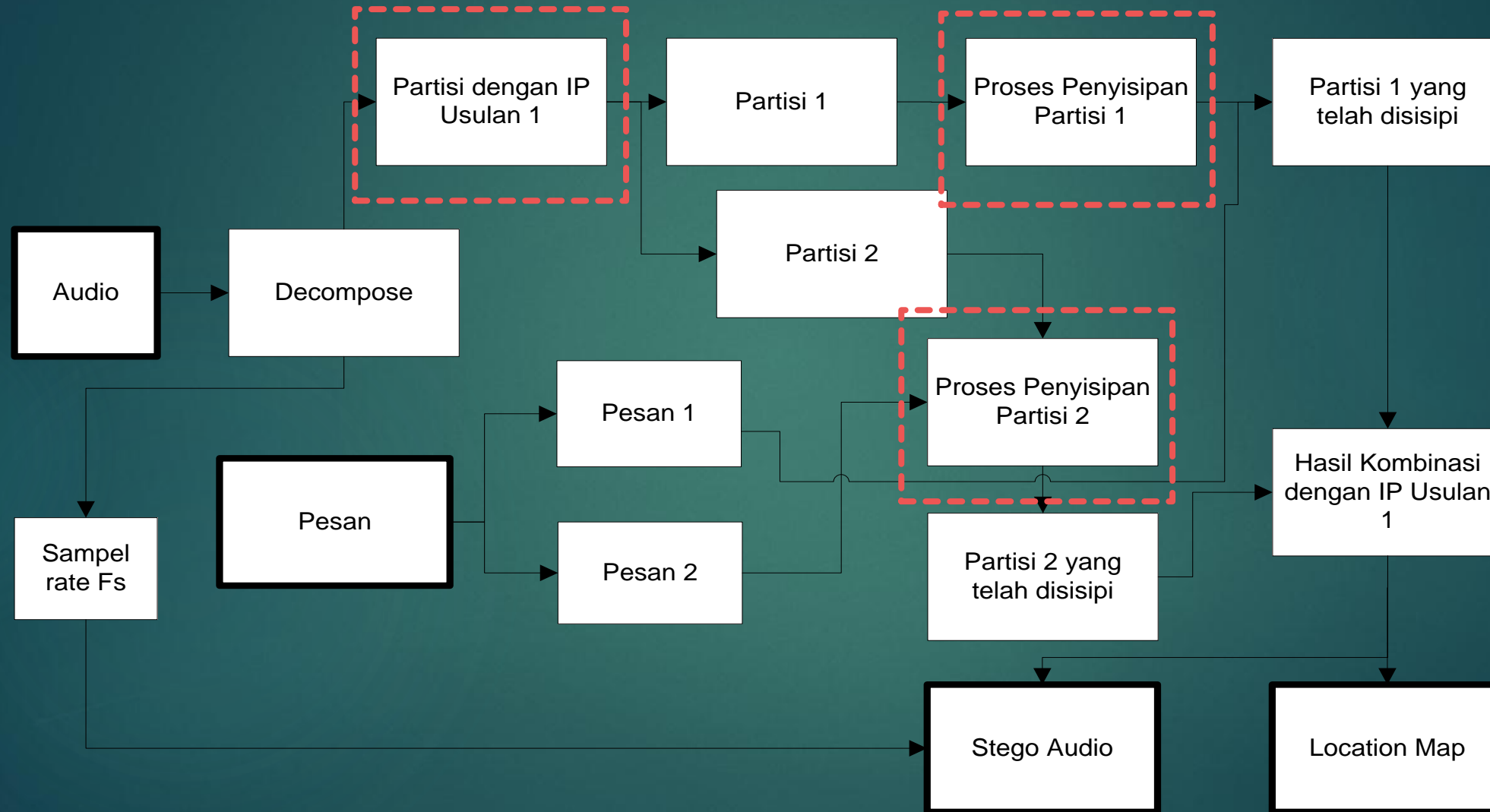
Batasan Masalah

- ▶ File audio yang digunakan berformat wav dan terdiri dari dua channel atau stereo.
- ▶ Pesan rahasia yang digunakan berupa teks.
- ▶ *Location map* terpisah dari cover medianya.

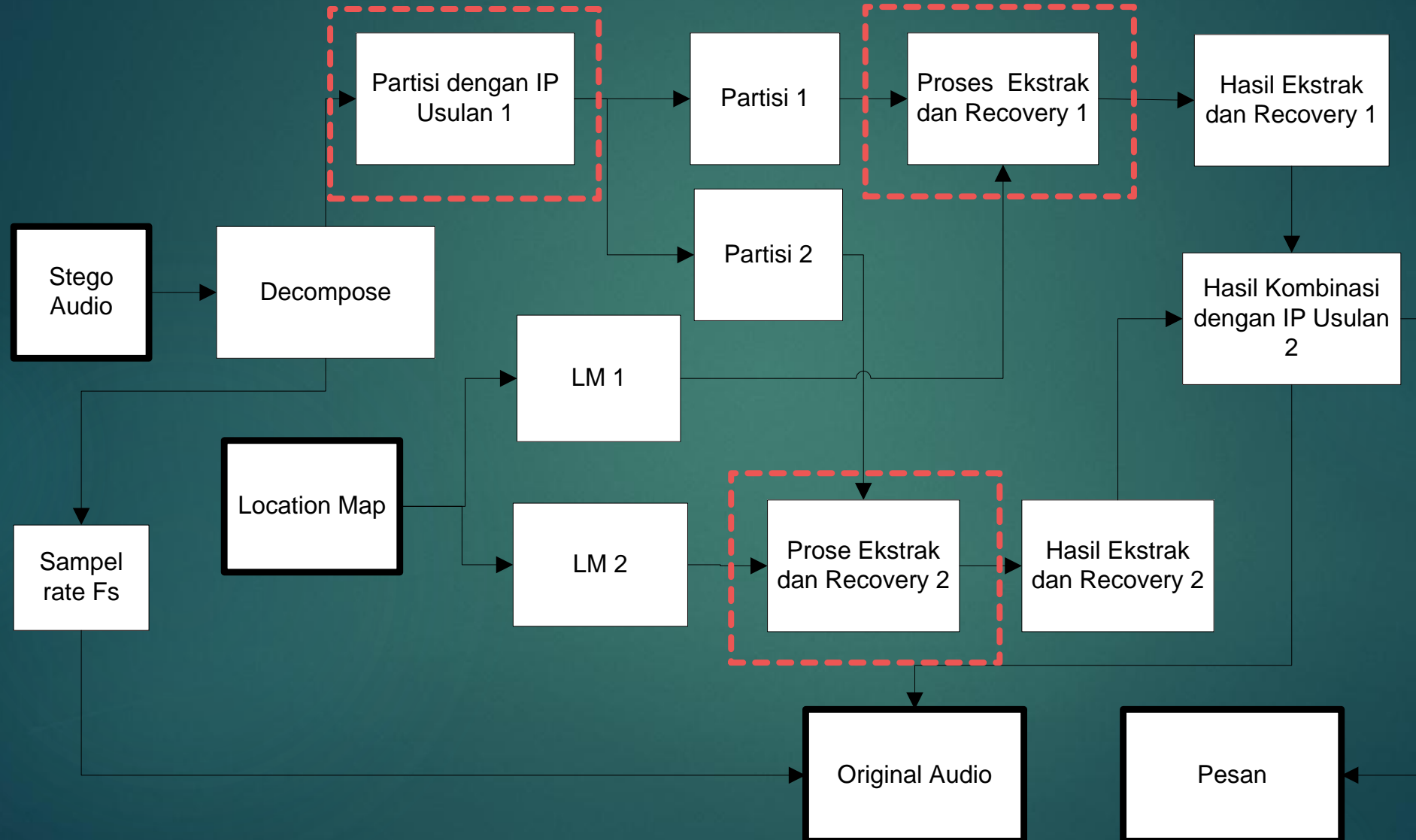
Kontribusi Penelitian

- ▶ Kontribusi dari penelitian ini diantaranya adalah pengembangan metode RDE dengan menggunakan *difference* dari pasangan nilai cover media dan nilai random sebagai tempat penyisipan. Presented, The 4th International Conference on Information Technology for Cyber and IT Service Management (CITSM 2016) Indeks IEEE / Scopus
- ▶ Selain itu penelitian ini juga mengembangkan metode *Intelligent Partitioning* (IP) pada audio yang memfokuskan penempatan bigit terakhir dari 16 bigit audio yang masing-masing menjadi LSB dari setiap partisi yang dihasilkan.

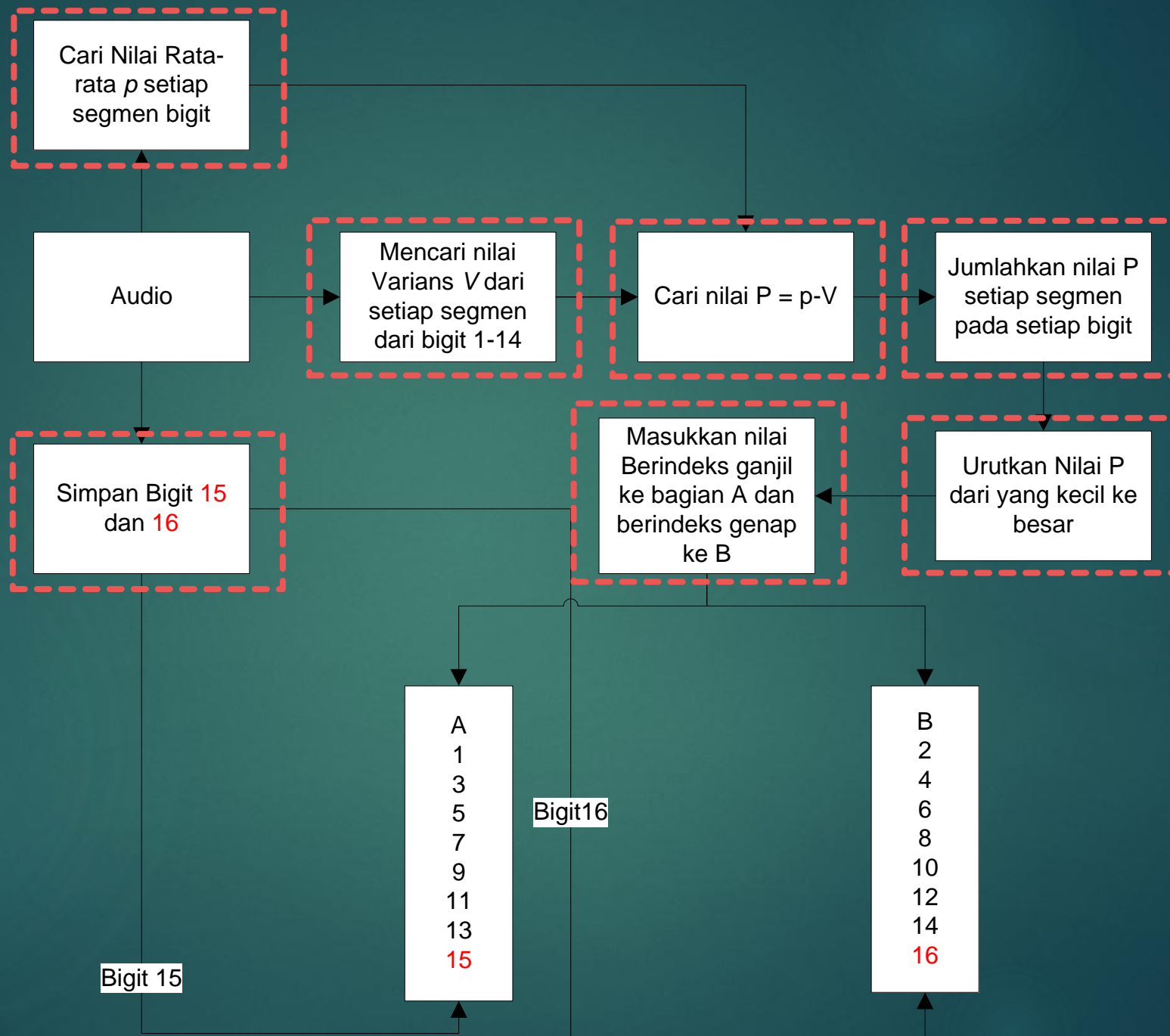
Proses Encoding IP usulan 1



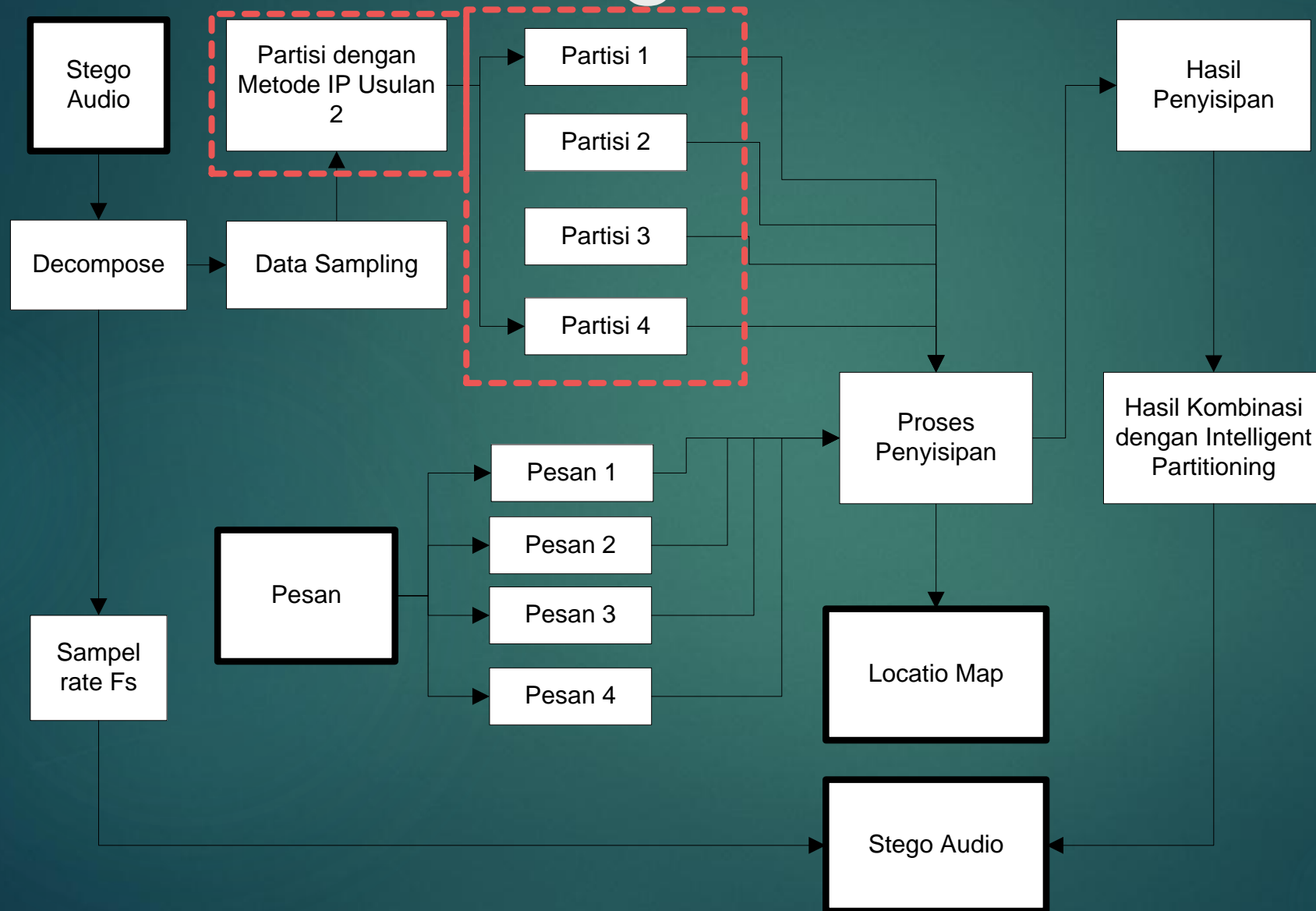
Proses Decoding IP usulan 1



Tahapan Partisi IP usulan 1



Proses Encoding IP usulan 2



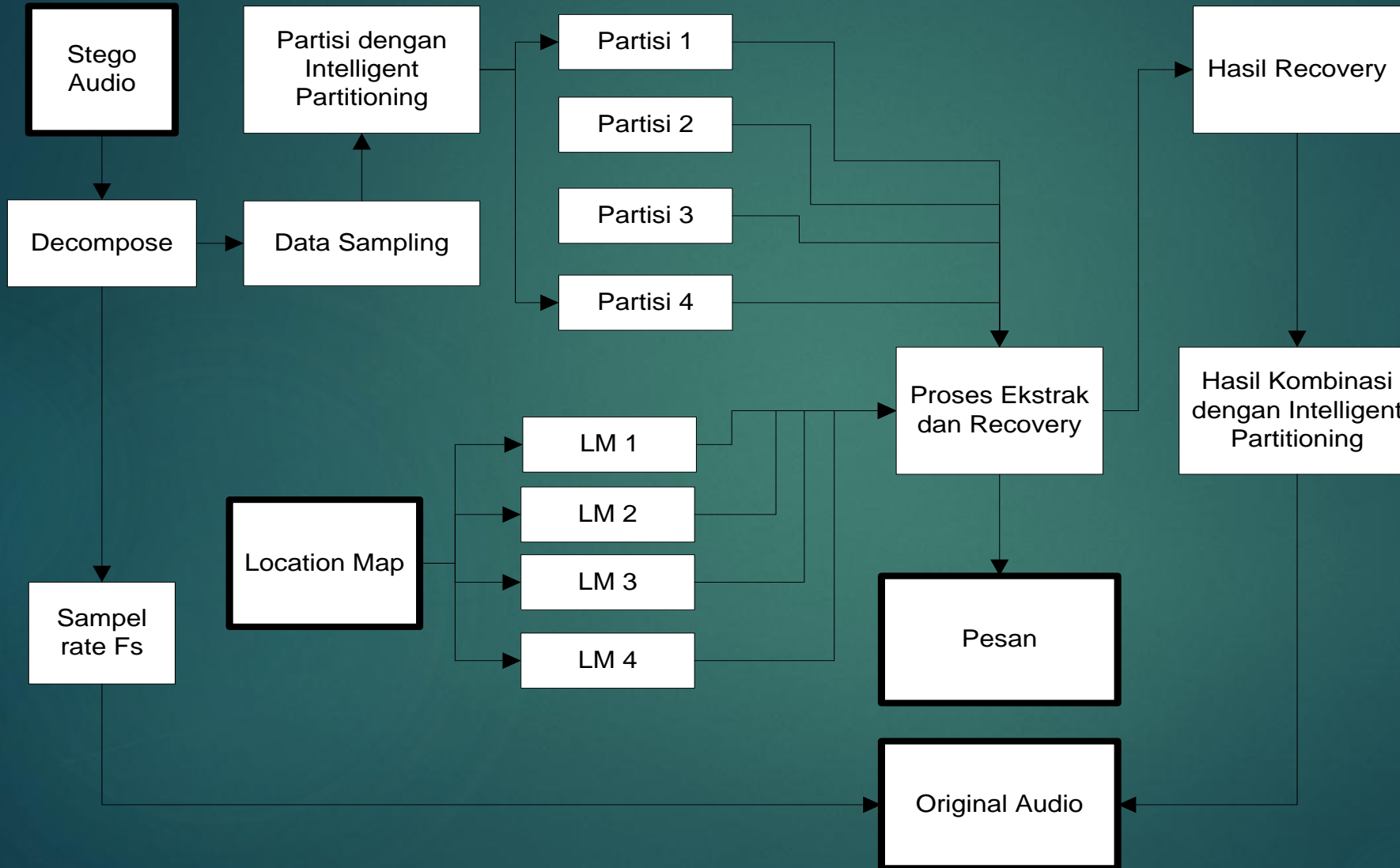
Intelligent Partitioning 2015

- Membaca file audio M dan mengubahnya menjadi 16 bits array
- Tentukan panjang segmen per bigit
- Hitung varians dari setiap segmen pada bigit 1 sampai 16 menggunakan rumus berikut
$$v(x) = \sum_{j=1}^n (x_j - a(x))^2$$
- Ambil indeks dari array S yang disusun dari indeks 1-16 berdasarkan nilai $V(i)$ dari besar ke kecil.
- Ambil 8 tempat paling signifikan yaitu 9-16 kedalam dua grup A dan B secara berturut-turut.
- Kemudian masukkan elemen pertama dan ketiga dari S ke grup A, dan elemen kedua dan keempat dari S ke grup B.
- Masukkan empat elemen S selanjutnya kedalam grup A dan grup B, dengan menematkan dua elemen masing-masing pada setiap grupPartisi M , berdasarkan urutan A dan B dengan elemennya menjadi dua partisi yaitu M_1 dan M_1 .

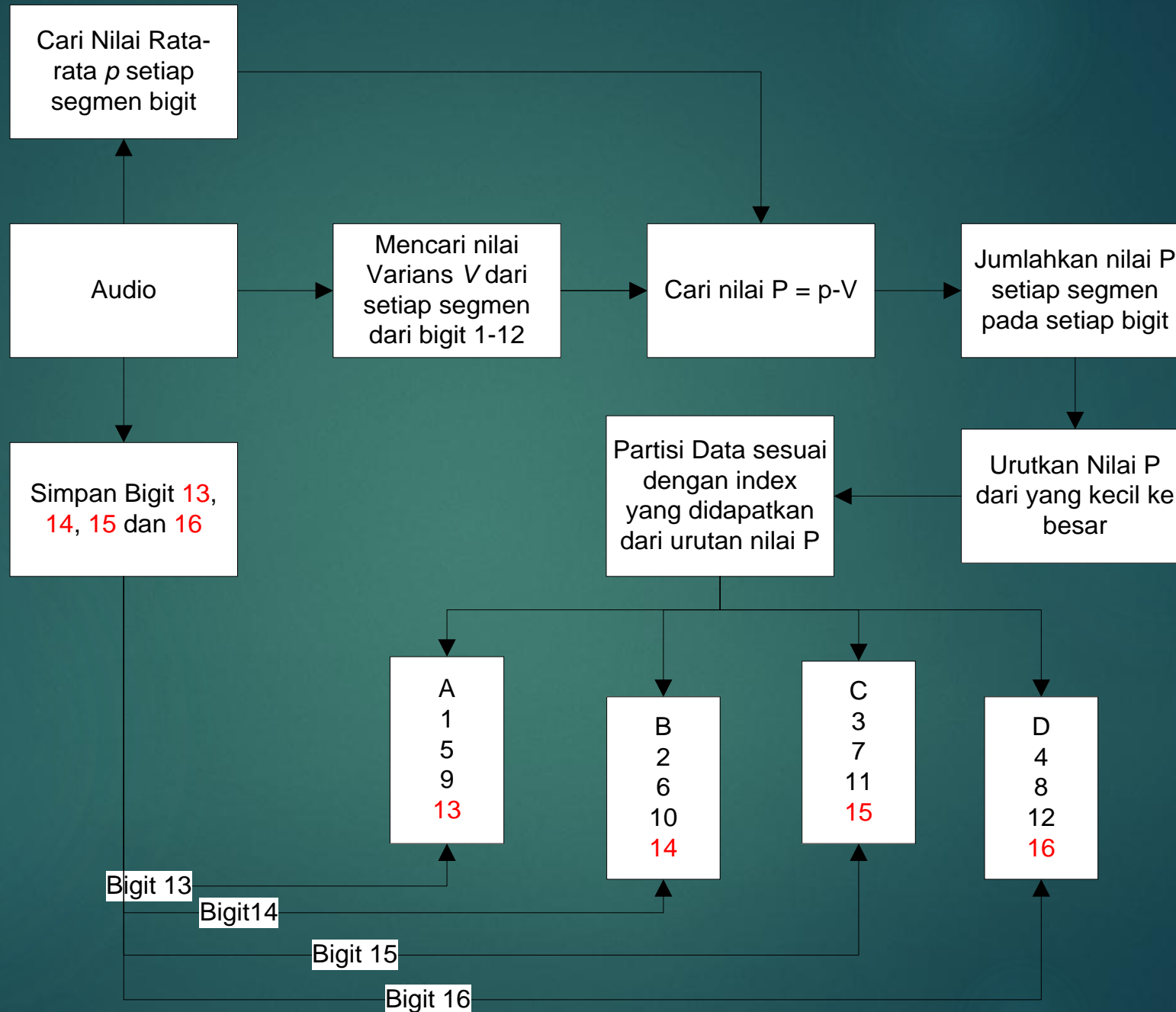
Propose

- Membaca file audio M dan mengubahnya menjadi 16 bits array
- Tentukan panjang segmen per bigit
- Hitung varians dari setiap segmen pada bigit 1 sampai 12 menggunakan rumus berikut $s^2(x) = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$
- Hitung nilai penyebarannya dengan menjumlahkan nilai x yang ada pada setiap segmen kemudian kurangi dengan nilai variansnya.
$$p = \frac{\sum x}{n} - s^2(x)$$
- Jumlahkan nilai p pada setiap segmen bigit
$$P = \sum p$$
- Nilai akhir yang akan didapatkan adalah jumlah nilai p pada setiap bigit. Urutkan nilai rata-rata p dari nilai yang terendah ke yang tertinggi.
- Tempatkan *bigit* berindeks 1, 5, dan 9 pada partisi A, 2, 6, dan 10 pada partisi B, 3, 7, dan 11 pada partisi C, dan 4, 8, dan 12 pada partisi D. Empat *bigit* terakhir yang kita sisakan yaitu *bigit* ke 13, 14, 15 dan 16 ditempatkan berturut-turut pada partisi A, B, C, dan D.

Proses Decoding IP usulan 2



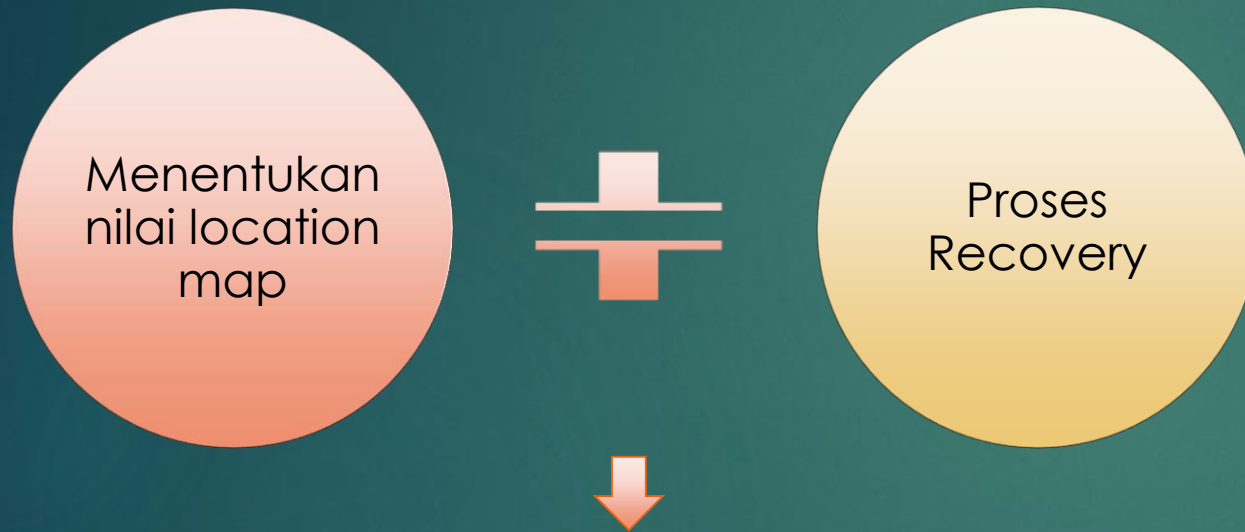
Tahapan Partisi IP usulan 1



Proses Penyisipan

RDE 2009	Propose
<p>Mencari nilai difference</p> $h = x - y$ <p>Nilai rata-rata</p> $l = \left\lfloor \frac{x + y}{2} \right\rfloor,$ <p>Selisih direduksi</p> $h' = \begin{cases} h & \text{if } h' < 2 \\ h - 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor - 1} & \text{otherwise} \end{cases}$	<p>Mencari nilai difference</p> $h = x - R$ <p>Nilai rata-rata</p> $l = \begin{cases} \left\lfloor \frac{x + R}{2} \right\rfloor & \text{if } h \leq 1 \\ \left\lfloor \frac{x + R}{2} \right\rfloor & \text{if } h > 1 \end{cases}$ <p>Selisih direduksi</p> $h' = \begin{cases} h & \text{if } h = 0 \text{ atau } h = 1 \\ \left\lfloor \frac{ h - 1}{2} \right\rfloor & \text{otherwise} \end{cases}$
<p>Proses Penyisipan</p> <p>Expandable dan Non Expandable</p> $h'' = 2x h' + b$ <p>Changeable</p> $h'' = 2x \left\lfloor \frac{h'}{2} \right\rfloor + b$ <p>Mencari Nilai x dan y baru</p> $x' = l + \left\lfloor \frac{h'' + 1}{2} \right\rfloor$ $y' = l - \left\lfloor \frac{h''}{2} \right\rfloor$	<p>Proses penyisipan</p> $h'' = \begin{cases} 2h' - b & \text{if } h < 0 \\ 2h' + b & \text{if } h \geq 0 \end{cases}$ <p>Mencari nilai x baru</p> $x' = \begin{cases} \begin{cases} l - \left\lfloor \frac{h'' + 1}{2} \right\rfloor, & \text{if } x = 2n + 1 \\ l - \left\lfloor \frac{h''}{2} \right\rfloor, & \text{if } x = 2n \end{cases} & \text{if } h < 0 \\ \begin{cases} l + \left\lfloor \frac{h'' - 1}{2} \right\rfloor, & \text{if } x = 2n + 1, \\ l + \left\lfloor \frac{h''}{2} \right\rfloor, & \text{if } x = 2n, \end{cases} & \text{if } h \geq 0 \end{cases}$

Penentuan Location Map



$$Location Map = \begin{cases} 1, & \text{if } x = 2n + 1 \\ 0, & \text{if } x = 2n \end{cases}$$

RDE 2009

$$location Map = \begin{cases} 0 & \text{if } 2^{\lfloor \log_2 h' \rfloor} = 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \text{ atau } h' = h \\ 1 & \text{if } 2^{\lfloor \log_2 h' \rfloor} \neq 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor} \end{cases}$$

Propose

$$Location Map = \begin{cases} 1, & \text{if } x = 2n + 1 \\ 0, & \text{if } x = 2n \end{cases}$$

Proses Ekstraksi dan Recovery

RDE 2009	Propose
<p>Mencari nilai difference</p> $h = x' - y'$	<p>Ekstrakt Data</p> $b = LSB(x')$
<p>Nilai rata-rata</p> $l = \left\lfloor \frac{x' + y'}{2} \right\rfloor$	<p>Mencari nilai difference</p> $h = x' - R$
<p>Nilai difference yang telah direduksi</p> $h' = \left\lfloor \frac{h}{2} \right\rfloor$	<p>Nilai reduce</p> $h' = \begin{cases} h & \text{if } h = 0 \text{ atau } h = 1 \\ \left\lfloor \frac{ h - 1}{2} \right\rfloor & \text{otherwise} \end{cases}$
<p>Nilai difference asli</p> $h'' = \begin{cases} h' + 2^{\log_2 h - 1}, & \text{if } LM = 0 \\ h' + 2^{\log_2 h } & \text{e, if } LM = 1 \end{cases}$	<p>Nilai rata-rata</p> $l = \begin{cases} \left\lfloor \frac{x' + R}{2} \right\rfloor & \text{if } h \leq 1 \\ \left\lceil \frac{x' + R}{2} \right\rceil & \text{if } h > 1 \end{cases}$
<p>Ekstrakt Data</p> $b = LSB(h'')$	<p>Proses Recovery</p> $h'' = \begin{cases} 2h' - LM & \text{if } h < 0 \\ 2h' + LM & \text{if } h \geq 0 \end{cases}$
<p>Mencari Nilai x dan y</p> $x = l + \left\lfloor \frac{h'' + 1}{2} \right\rfloor$ $y = l - \left\lfloor \frac{h''}{2} \right\rfloor$	<p>Mencari nilai x baru</p> $x = \begin{cases} l - \left\lfloor \frac{h'' + 1}{2} \right\rfloor, & \text{if } x' = 2n + 1 \\ l - \left\lfloor \frac{h''}{2} \right\rfloor, & \text{if } x' = 2n \\ l + \left\lfloor \frac{h'' - 1}{2} \right\rfloor, & \text{if } x' = 2n + 1, \\ l + \left\lfloor \frac{h''}{2} \right\rfloor, & \text{if } x' = 2n, \end{cases} \begin{matrix} \text{if } h < 0 \\ \\ \text{if } h \geq 0 \end{matrix}$

Contoh Proses Penyisipan

- ▶ Nilai $x = 200$, $b = 1$ dan nilai $R = 300$
- ▶ Nilai $h = x - R = 200 - 300 = -100$
- ▶ Kemudian hitung rata berdasarkan nilai h , karna $h \leq 1$

$$L = \left\lfloor \frac{200+300}{2} \right\rfloor = 250$$

- ▶ Hitung nilai selis reduce $h' = \left\lfloor \frac{|-100|-1}{2} \right\rfloor = 50$
- ▶ Proses Penyisipan $h'' = 2h' - b = 2 \cdot 50 - 1 = 100$
- ▶ Mencari nilai $x' = l - \left\lfloor \frac{h''}{2} \right\rfloor = 250 - \left\lfloor \frac{100}{2} \right\rfloor = 250 - 50 = 200$
- ▶ Untuk dapat merecover nilai x maka dibutuhkan Location map, $LM=0$ karna $x=2n$ atau genap

Contoh Proses Ekstraksi dan Recovery

- ▶ Nilai $x' = 201$, $LM = 0$ dan nilai $R = 200$
- ▶ Ekstrak pesan dari $LSB(x') = LSB(201) = 1$
- ▶ Nilai $h = x' - R = 201 - 200 = 1$
- ▶ Kemudian hitung rata berdasarkan nilai h , karna $h \leq 1$

$$L = \left\lfloor \frac{201+200}{2} \right\rfloor = 200$$

- ▶ Karena nilai $h = 1$ maka nilai $h' = 1$
- ▶ Mencari nilai difference akhir $h'' = 2h' + LM = 2.1 + 0 = 2$
- ▶ Mencari nilai $x = l + \left\lfloor \frac{h''-1}{2} \right\rfloor = 200 - \left\lfloor \frac{2-1}{2} \right\rfloor = 200 - 0 = 200$
- ▶ Maka didapatkan kembali nilai $x=200$ dan $b=1$

Perancangan Uji Coba

- ▶ Perbandingan kapasitas penyisipan dan nilai SNR pada skema penyisipan *multi-layer* dengan metode IP usulan 1.
- ▶ Perbandingan kapasitas penyisipan dan nilai SNR pada skema penyisipan *multi-layer* dengan metode IP usulan 2.
- ▶ Perbandingan kapasitas penyisipan dan nilai SNR pada skema penyisipan *multi-layer* tanpa metode IP.
- ▶ Perbandingan kapasitas penyisipan dan nilai SNR pada audio berdasarkan instrumen dan genre musik dengan metode IP usulan 1.
- ▶ Perbandingan kapasitas penyisipan dan nilai SNR pada audio berdasarkan instrumen dan genre musik dengan metode IP usulan 2.
- ▶ Perbandingan kapasitas penyisipan dan nilai SNR pada audio berdasarkan instrumen dan genre musik tanpa metode IP.
- ▶ Uji *reversibility* dari hasil proses *decoding*.
- ▶ Perbandingan kapasitas penyisipan dan nilai snr pada audio dengan metode penyisipan lain.

Hasil Uji Coba Multilayer IP 1

Audio	Layer	Waktu Encode	Waktu Decode	Ukuran LM (bit)	SNR (dB)	Kapasitas (bit)
[cel] [jaz_blu]	1	58.83451	60.105673	529,196	67.3493	529,196
	2	58.71055	60.463805	529,196	67.3277	529,196
	3	60.1034	62.69801	529,196	67.3425	529,196
	4	58.56298	59.778134	529,196	67.3345	529,196
	5	58.7202	60.489918	529,196	67.3390	529,196
Total Kapasitas						2,645,980
SNR Akhir						67.3390
Total Waktu Encoding						294.93164
Total Waktu Decoding						303.53554
Total Location Map						2,645,980

Hasil Uji Coba Multilayer IP 2

Audio	Layer	Waktu Encode	Waktu Decode	Ukuran LM (bit)	SNR (dB)	Kapasitas (bit)
[cel]	1	57.7346	59.7443	529,196	55.1519	1,058,392
[jaz_blu]	2	57.1874	58.1247	529,196	55.1354	1,058,392
	3	56.9141	57.9593	529,196	55.1407	1,058,392
	4	57.5384	58.7761	529,196	55.1443	1,058,392
	5	56.2617	59.0152	529,196	55.1497	1,058,392
Total Kapasitas						5,291,960
SNR Akhir						55.1497
Total Waktu Encoding						285.6362
Total Waktu Decoding						293.6196
Total Location Map						5,291,960

Hasil Uji Coba Multilayer Tanpa IP

Audio	Layer	Waktu Encode	Waktu Decode	Ukuran LM (bit)	SNR (dB)	Kapasitas (bit)
[cel] [jaz_blu]	1	1.02000	1.30885	264,598	74.0709	264,598
	2	0.93783	1.38096	264,598	74.0693	264,598
	3	1.07739	1.30037	264,598	74.0905	264,598
	4	0.92543	1.30135	264,598	74.0951	264,598
	5	0.85872	1.22358	264,598	74.0799	264,598
Total Kapasitas						1,322,990
SNR Akhir						74.0799
Total Waktu Encoding						4.8194
Total Waktu Decoding						6.5151
Total Location Map						1,322,990

Uji Coba Terhadap Genre Musik IP 1

Audio	SNR(dB)	Kapasitas (bit)
[cel][cla]	78.9652	529,196
[gac][cla]	57.8342	529,196
[pia][cla]	89.1982	529,196
[sax][cla]	66.6129	529,196
[cel][pop_roc]	53.6274	529,196
[gac][pop_roc]	46.3584	529,196
[pia][pop_roc]	88.7280	529,196
[sax][pop_roc]	80.8266	529,196
[cel][jaz_blu]	67.3493	529,196
[gac][jaz_blu]	88.0401	529,196
[pia][jaz_blu]	49.9755	529,196
[sax][jaz_blu]	47.7359	529,196

Uji Coba Terhadap Genre Musik IP 2

Audio	SNR(dB)	Kapasitas
[cel][cla]	66.7558	1,058,392
[gac][cla]	45.6538	1,058,392
[pia][cla]	77.0261	1,058,392
[sax][cla]	54.4333	1,058,392
[cel][pop_roc]	44.452	1,058,392
[gac][pop_roc]	36.7517	1,058,392
[pia][pop_roc]	76.5232	1,058,392
[sax][pop_roc]	68.6258	1,058,392
[cel][jaz_blu]	55.1519	1,058,392
[gac][jaz_blu]	75.8467	1,058,392
[pia][jaz_blu]	37.7948	1,058,392
[sax][jaz_blu]	35.5664	1,058,392

Uji Coba Terhadap Genre Musik Tanpa IP

Audio	SNR(dB)	Kapasitas
[cel][cla]	85.6985	264,598
[gac][cla]	64.5843	264,598
[pia][cla]	95.9539	264,598
[sax][cla]	73.3562	264,598
[cel][jaz_blu]	60.3697	264,598
[gac][jaz_blu]	53.1178	264,598
[pia][jaz_blu]	95.4927	264,598
[sax][jaz_blu]	87.5642	264,598
[cel][pop_roc]	74.0595	264,598
[gac][pop_roc]	94.7986	264,598
[pia][pop_roc]	56.7411	264,598
[sax][pop_roc]	54.4926	264,598

Perbandingan Nilai SNR Terhadap Metode Existing

Data/SNR(dB)	DE		RDE		RRDE	
	IP	IP Usulan 1	IP	IP Usulan 1	IP	IP Usulan 1
[cel][cla]	10.8427	11.4088	15.0739	15.6013	78.9652	78.9652
[pia][cla]	24.5139	10.2158	29.1663	14.7329	89.1982	89.1982
[pia][pop_roc]	13.5957	15.8059	18.4019	20.1511	88.728	88.728
[sax][pop_roc]	6.0653	11.0802	11.0792	14.7454	69.4979	80.8266
[gac][jaz_blu]	14.2805	11.9677	19.2775	16.0304	76.7488	88.0401

Perbandingan Nilai Kapasitas Terhadap Metode Existing

Data/ Kapasitas (bit)	DE		RDE		RRDE	
	IP	IP Usulan 1	IP	IP Usulan 1	IP	IP Usulan 1
[cel][cla]	263,314	262,491	263,314	262,491	529,196	529,196
[pia][cla]	263,801	263,200	263,801	263,200	529,196	529,196
[pia][pop_roc]	263,050	264,025	263,050	264,025	529,196	529,196
[sax][pop_roc]	262,717	263,640	262,717	263,640	529,196	529,196
[gac][jaz_blu]	262,609	263,755	262,609	263,755	529,196	529,196

Kesimpulan

- ▶ Metode data *hiding* usulan *Random Reduce Difference Expansion* dapat mengatasi masalah *overflow* dan *underflow*. Dimana nilai kapasitas yang dihasilkan sama dengan banyak data. Akan tetapi *Location Map* yang dihasilkan memiliki redundansi yang rendah sehingga *Location Map* tidak dapat *dicompress* dan disisipkan pada *cover audio*.
- ▶ Metode partisi usulan yang dihasilkan mampu meningkatkan kapasitas penyisipan akan tetapi nilai SNR yang dihasilkan lebih kecil jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan metode partisi. Metode partisi usulan dapat mempengaruhi kualitas hasil pengujian jika digunakan dengan metode penyisipan DE dan RDE.
- ▶ Penggunaan skema *Multi-layer* pada metode RRDE tidak mempengaruhi nilai kapasitas dari audio hasil penyisipan, sedangkan nilai kualitas yang dihasilkan tetap stabil sehingga penyisipan dapat dilakukan dengan banyak *Layer* yang tidak terbatas. Akan tetapi dengan nilai kapasitas yang semakin meningkat ukuran *Locatio Map* juga ikut meningkat.

Saran

- ▶ Metode *Random Reduce Difference Expansion* masih dapat dikembangkan lagi seperti mengganti nilai random menjadi satu nilai tetap yang nantinya akan dijadikan acuan yang dapat digunakan untuk merecover media, pesan dan juga dapat mengenerate *Location Map* yang memiliki redundansi tinggi sehingga dapat di compress dan dijadikan *payload* agar dapat disisipkan pada cover audio.
- ▶ Masih terdapat banyak modifikasi dari metode *Intelligent Partitioning* yang dapat dihasilkan yang pada kasus-kasus tertentu dapat memiliki hasil yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- ▶ Ahmad, T., Holil, M., Wibisono, W., & others. (2013). An improved Quad and RDE-based medical data hiding method. In *Computational Intelligence and Cybernetics (CYBERNETICSCOM), 2013 IEEE International Conference on* (pp. 141–145). IEEE.
- ▶ Alattar, A. M. (2004a). Reversible watermark using difference expansion of quads. In *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2004. Proceedings.(ICASSP'04). IEEE International Conference on* (Vol. 3, p. iii–377). IEEE.
- ▶ Alattar, A. M. (2004b). Reversible watermark using the difference expansion of a generalized integer transform. *Image Processing, IEEE Transactions on*, 13(8), 1147–1156.
- ▶ Choi, K.-C., Pun, C.-M., & Chen, C. P. (2015). Application of a generalized difference expansion based reversible audio data hiding algorithm. *Multimedia Tools and Applications*, 74(6), 1961–1982.
- ▶ Faruque, S. (2015). Pulse Code Modulation (PCM). In *Radio Frequency Source Coding Made Easy* (pp. 65–90). Springer.
- ▶ Lin, C.-C., Yang, S.-P., & Hsueh, N.-L. (2008). Lossless data hiding based on difference expansion without a location map. In *Image and Signal Processing, 2008. CISP'08. Congress on* (Vol. 2, pp. 8–12). IEEE.
- ▶ Lin, Y., & Abdulla, W. (2011). Objective quality measures for perceptual evaluation in digital audio watermarking. *IET Signal Processing*, 5(7), 623–631.
- ▶ Liu, W. M., Jellyman, K., Mason, J. S., Evans, N. W., & others. (2006). Assessment of objective quality measures for speech intelligibility estimation. In *Acoustics, Speech and Signal Processing, 2006. ICASSP 2006 Proceedings. 2006 IEEE International Conference on* (Vol. 1, pp. I–I). IEEE.
- ▶ Lou, D.-C., Hu, M.-C., & Liu, J.-L. (2009). Multiple layer data hiding scheme for medical images. *Computer Standards & Interfaces*, 31(2), 329–335.
- ▶ Quackenbush, S. R., Barnwell, T. P., & Clements, M. A. (1988). *Objective measures of speech quality*. Prentice Hall.
- ▶ Tian, J. (2003). Reversible data embedding using a difference expansion. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Techn.*, 13(8), 890–896.
- ▶ Zölzer, U. (2008). *Digital audio signal processing*. John Wiley & Sons.

**SEKIAN
TERIMA KASIH**