

# ANALISIS SENSITIVITAS VIDEO MPEG-4 BERDASARKAN STRUKTUR FRAME PADA TRANSMISI DVB-T

<sup>1</sup>Sandy Suryo Prayogo, <sup>2</sup>Tubagus Maulana Kusuma  
<sup>12</sup>Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma,  
<sup>12</sup>Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat  
<sup>1</sup>sandy\_sr@staff.gunadarma.ac.id, <sup>2</sup>mkusuma@staff.gunadarma.ac.id

## Abstrak

DVB merupakan standar transmisi televisi digital yang paling banyak digunakan saat ini. Unsur terpenting dari suatu proses transmisi adalah kualitas gambar dari video yang diterima setelah melalui proses transmisi tersebut. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari suatu gambar, salah satunya adalah struktur frame dari video. Pada tulisan ini dilakukan pengujian sensitivitas video MPEG-4 berdasarkan struktur frame pada transmisi DVB-T. Metode analisis dilakukan dengan menggunakan simulasi matlab dan simulink. Format dan pengaturan video akan disimulasikan menggunakan ffmpeg. Variabel yang diubah dari video adalah bitrate dan juga group-of-pictures (GOP), sedangkan variabel yang diubah dari transmisi DVB-T adalah signal-to-noise-ratio (SNR) pada kanal AWGN di antara pengirim (Tx) dan penerima (Rx). Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh nilai kualitas rata-rata gambar pada video yang diukur menggunakan metode pengukuran structural-similarity-index (SSIM) dan juga pengukuran terhadap jumlah bit-error-rate BER pada bitstream DVB-T berdasarkan perubahan variabel. Hasil percobaan menunjukkan seberapa besar sensitivitas bitrate dan GOP dari video pada transmisi DVB-T dengan kesimpulan semakin besar bitrate maka akan semakin buruk nilai kualitas gambarnya, dan semakin kecil nilai GOP maka akan semakin baik nilai kualitasnya. Penelitian diharapkan dapat dikembangkan menggunakan deep learning untuk memperoleh frame struktur yang tepat di kondisi-kondisi tertentu dalam proses transmisi televisi digital.

**Kata Kunci:** DVB-T, MPEG-4, Bitrate, Group-of-pictures (GOP), Structural-Similarity-Index-Measurement (SSIM)

## Abstract

DVB is the digital television transmission standard that is most widely used today. The most important element of a transmission process is the image quality of the video received after going through the transmission process. Many factors can affect the quality of an image, one of which is the frame structure of a video. In this paper, MPEG-4 video sensitivity testing is based on the frame structure of DVB-T transmission. The analysis method is done by using matlab and simulink simulations. The format and video setting will be simulated using ffmpeg. The variable changed from video is bitrate and also group-of-pictures (GOP), while the variable changed from DVB-T transmission is signal-to-noise-ratio (SNR) on the AWGN channel between sender (Tx) and receiver (Rx). The purpose of this study is to obtain the average value of the image quality on the video measured using the structural-similarity-index (SSIM) measurement method and also the measurement of the number of BER-bit-error-rates on the DVB-T bitstream based on variable changes. The result showed how big the bitrate sensitivity and GOP of video on DVB-T transmission with the conclusion the bigger the bitrate the worse the picture quality and the smaller the GOP score the better the quality. The research is expected to be developed using deep learning to obtain the right frame structure in certain conditions in the process of digital television transmission.

**Keywords:** DVB-T, MPEG-4, Bitrate, Group-of-pictures (GOP), Structural-Similarity-Index-Measurement (SSIM)

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi terutama pada penyiaran televisi digital telah menghasilkan beberapa standar diantaranya seperti Digital Video Broadcasting (DVB), Digital Multimedia Broadcasting (DMB), Integrated Service Digital Broadcasting (ISDB), dan Advanced Television Systems Committee (ATSC). Salah satu standar yang paling banyak digunakan atau masih dalam proses percobaan menurut data *dtvstatus* adalah Digital Video Broadcasting-Terrestrial (DVB-T) [1]. Sistem DVB terdiri dari sejumlah pendekatan dalam memberikan konten siaran, seperti DVB-T/T2 (terrestrial), DVB-S/S2 (satelit), DVB-C/C2 (kabel), DVB-H/SH (perangkat genggam). Di Indonesia, DVB-S dan DVB-C sudah digunakan sejak tahun 2000-an, tetapi tidak gratis, jadi televisi analog masih digunakan. Pada akhir 2012, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 5/PER/M.KOMINFO/2/2012 tentang Standar Penyiaran Televisi Digital Terrestrial Penerimaan Tetap Tidak Berbayar (*Free To Air*), infrastruktur TV Digital menggunakan sistem DVB-T telah dimulai dan dioperasikan oleh penyedia layanan swasta di Jawa dan Kepulauan Riau. Pada periode transisi, sinyal analog dan digital secara bersamaan dipancarkan, yang dikenal sebagai periode *simulcast*. Tujuan periode transisi adalah agar orang-orang mulai membuat transisi ke

penyiaran digital dan melihat perbedaan dalam kualitas siaran analog dan digital [2].

Kualitas dari suatu siaran salah satu parameternya adalah kualitas dari video itu sendiri. Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari suatu gambar di antaranya adalah kecerahan, kontras, resolusi, *bitrate*, *noise* dan struktur *frame*. Pengukuran dari suatu gambar dapat dilakukan dengan ketepatan atau *fidelity* dari suatu gambar salinan yang dibandingkan dengan gambar asli. Terdapat dua jenis *image fidelity* yaitu, *objective fidelity* dan *subjective fidelity*. *Objective fidelity* didasarkan pada formulasi matematika seperti MSE, PSNR dan SSIM sedangkan *subjective fidelity* didasarkan pada persepsi seseorang seperti VMAV dan UQI [11].

Penelitian ini bertujuan untuk mencari seberapa besar sensitivitas struktur *frame* terutama dari besarnya *bitrate* dan juga GOP (*Group of Pictures*) dari suatu video yang melalui transmisi televisi digital DVB-T. Sensitivitas yang berpengaruh pada kualitas gambar diukur menggunakan SSIM (*Structural Similarity Index Measurement*) dan juga BER (*bit error rate*) terhadap data video antara pengirim (Tx) dan penerima (Rx) dengan kondisi SNR pada kanal yang berbeda-beda. Analisis dilakukan dengan menggunakan simulasi dan juga pengukuran pada *matlab simulink* versi 2019b. Simulasi memiliki skema mengirimkan dua jenis video dengan karakteristik yang berbeda dan dilakukan pengeditan pada struktur *frame* dari

video tersebut menggunakan *ffmpeg* sebelum di kirim pada proses simulasi.

Penelitian mengenai pengaruh *bitrate* terhadap kualitas gambar yang dilakukan oleh Ahrina tahun 2015. Penelitiannya berfokus pada hubungan antara *bitrate* dari standar kompresi H.264 / AVC dan *packet loss* dan pengaruhnya terhadap kualitas video. Pengujian dilakukan menggunakan simulasi sebuah jaringan dimana *packet loss* dari jaringan tersebut menjadi sebuah variabel yang dicoba. Video SD dengan resolusi 720x526 dan *frame rate* 25 dikirim dengan *bitrate* yang berbeda-beda dari 2Mbps hingga 10Mbps, GOP (*group of pictures*) dari video tersebut dibuat statis dengan GOP12 dan *B-frame* 2. Video dikirim melalui jaringan lokal akan diterima kemudian dilakukan pengukuran kualitas gambar menggunakan SSIM [3]. Penelitian mengenai DVB-T sebelumnya sudah dilakukan oleh Tubagus, Randy dan Emy di tahun 2019 mengenai kanal umpan balik pada sistem transmisi televisi digital DVB-T, agar kualitas gambar yang diterima pengguna dapat diketahui oleh penyedia layanan. Penelitian menggunakan simulasi *matlab* dan *simulink*, dengan objek video MPEG. Pengukuran kualitas gambar secara *realtime* selama proses simulasi berlangsung. Metrik kualitas gambar yang digunakan menggunakan dalam penelitian tersebut adalah pengukuran tanpa referensi berbasis persepsi manusia. Hasil berupa suatu angka yang menunjukkan kualitas gambar tersebut yang kemudian hasilnya akan

menjadi parameter untuk efisiensi daya transmisi televisi digital [4].

Penelitian selanjutnya telah dilakukan oleh Iqbal dan Zupernick tahun 2019 yang membahas tentang *sensitifitas* dari penyiaran *standard* DMB terhadap kesalahan transmisi terhadap format *file* video *MPEG2 Transport Stream*. Pengujian dilakukan dengan membagi paket TS menjadi empat bagian. Sensitivitas video DMB terhadap kesalahan transmisi dan lokasinya dinilai dari jumlah *crash decoder*, jumlah video yang dapat didekodekan, jumlah total *frame* yang dapat didekodekan, dan kualitas video perseptual yang objektif dari video yang diterjemahkan. SSIM digunakan sebagai metrik kualitas persepsi objektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sel pertama dari paket TS sangat sensitif terhadap kesalahan bit dibandingkan dengan tiga sel berikutnya, baik dalam hal kualitas video spasial dan temporal [5].

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah melakukan simulasi menggunakan *Simulink* dan *Matlab*. Video dengan format RAW *.yuv* akan di code-kan menjadi MPEG-4 dan dimasukkan ke dalam container MPEG2-TS, file dibuat dengan berbagai macam struktur frame yang dibahas di bab berikutnya. Simulasi pengiriman file dengan metode DVB-T dengan variable transmisi berupa SNR. Percobaan yang dilakukan diharapkan dapat memperoleh nilai karakteristik dari struktur frame pada video untuk transmisi DVB-T.

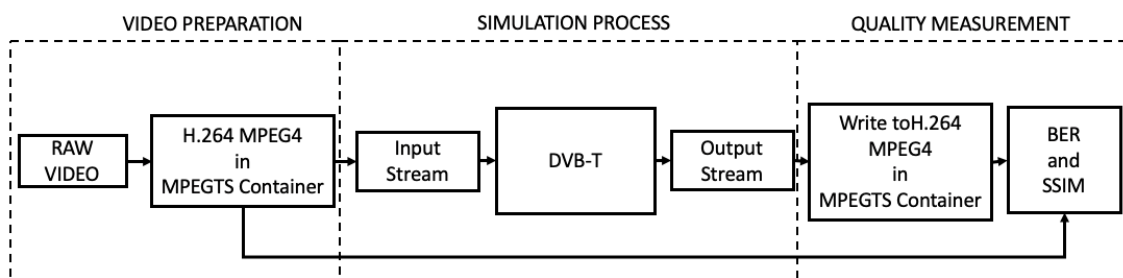
## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu menyiapkan video dari format *raw .yuv* ke bentuk MPEG4 dan kemudian ke bentuk *transport stream MPEG2TS* dengan kondisi *frame* yang berbeda-beda menggunakan aplikasi *ffmpeg*, tahapan berikutnya melakukan simulasi DVB-T pada *matlab* dengan kondisi SNR yang berbeda-beda, dan tahapan terakhir melakukan pengukuran terhadap video keluaran yang dibandingkan dengan video masukan. Pada Gambar 1 menunjukkan langkah-langkah pengerjaan penelitian video *raw* di *encode* ke format H.264 MPEG4 dalam *container* MPEG *Transport Stream* untuk dikirim melalui transmisi DVB-T. Video dikirim dalam bentuk *input stream* menggunakan *matlab* dan dilanjutkan proses simulasi di *simulink* hingga menghasilkan *output stream* yang langsung diubah kembali ke bentuk video dengan format yang sama. Video yang sudah diterima kembali akan dilakukan pengukuran kualitas gambar secara manual di *matlab dan ffmpeg* menggunakan metode pengukuran SSIM.

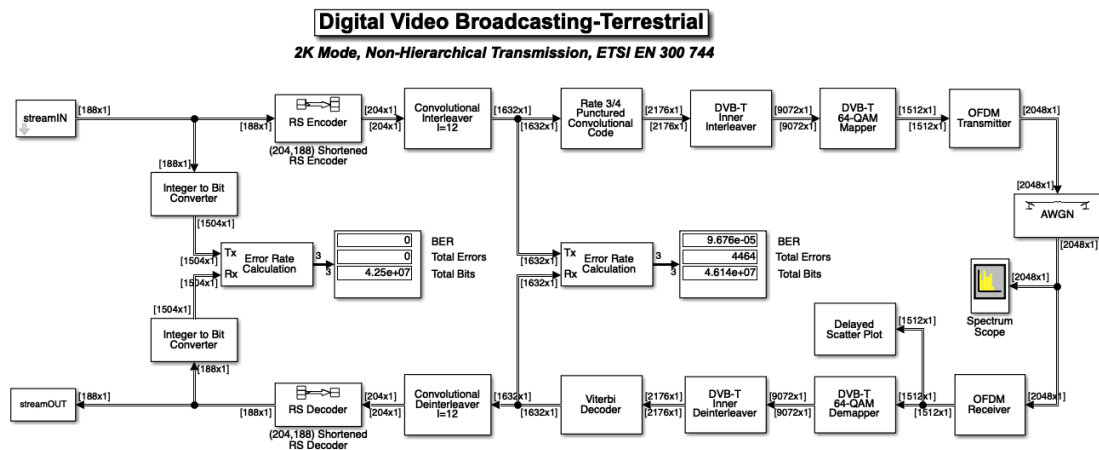
Pengukuran jumlah *bit-error-rate* (BER) juga dilakukan melalui *simulink* untuk mengetahui perbandingannya dengan kondisi yang berbeda.

### Simulasi DVB-T pada *matlab*

Simulasi DVB-T dilakukan menggunakan *matlab simulink* karena sudah menyediakan *block library* untuk DVB-T. Dilakukan sedikit modifikasi *input* dan *output* dari *library* dengan mengubahnya menjadi *transport stream* agar bisa melakukan simulasi video. Terdapat dua coder pada DVB-T yaitu *inner* dan *outer*. *Inner code* menggunakan *Reed-Solomon* dengan panjang *codeword* (204 ,188) yang berarti 188 bytes data akan diikuti oleh 16 bytes *parity check* . *Outer code* menggunakan *Convolution Code* (3/4). Proses terakhir dari teknik perlindungan kesalahan ini adalah *Inner Interleaver*. *Inner Interleaver* memiliki dua proses terpisah yaitu *Interleaver bit* dan *Interleaver symbol*. *Interleaver bit* dilakukan hanya pada data yang berguna. Data di-demultiplekskan menjadi sub-aliran yang berjumlah 2, 4 dan 6 untuk QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM [6].



Gambar 1. Diagram Langkah Penelitian



**Gambar 2. Blok Matlab Simulink Transmisi DVB-T**

Tujuan dari *symbol interleaver* adalah untuk memetakan kata-kata bit ke pembawa aktif per simbol OFDM. 126 data dari bit *interleaver* dikelompokkan menjadi 12 dan 48 untuk memberikan panjang vektor 1512 (mode 2k) dan 6048 (mode 8k) Sistem DVB-T menggunakan transmisi OFDM.

Semua *subcarrier* data dalam satu simbol OFDM dimodulasi menggunakan QPSK, 16-QAM atau 64-QAM [5]. Pada penelitian ini digunakan 2k *symbol interleaver* dan 64-QAM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Simulasi saluran yang digunakan menggunakan AWGN dengan menambahkan *Random White Gaussian Noise* ke dalam data yang melawati saluran tersebut dengan parameter *input signal-to-noise-ratio* (SNR). Digunakan juga pengukuran BER pada bagian data *stream* untuk menghitung jumlah *noise* atau total bit yang *error* selama proses simulasi.

### Format Video Simulasi

Video yang digunakan untuk penelitian ini menggunakan *raw* video dengan format *yuv*. *Raw* video kemudian diubah menjadi H.264/MPEG-4 video *codec* menggunakan *ffmpeg*. H.264/MPEG-4 atau Video Coding (MPEG-4 AVC) sendiri adalah standar kompresi video berdasarkan *motion-compensated integer-DCT coding* [7]. Ini adalah format yang paling umum digunakan untuk perekaman, kompresi, dan distribusi konten video, digunakan oleh 91% pengembang industri video pada September 2019. Format ini mendukung resolusi hingga dan termasuk 8K UHD [8]. Terdapat dua video MPEG-4 yang kemudian dikemas ke dalam *container* untuk dikirim menggunakan transmisi DVB-T, proses pengemasan juga menggunakan *ffmpeg*. MPEG Transport Stream (MPEG-TS atau TS) adalah format standar *digital container* untuk transmisi dan penyimpanan data audio/video [9]. Kedua

video yang digunakan memiliki resolusi 1920x1080 dengan *frame rate* 25 *fps* dengan durasi 10 detik. Hal yang membedakan video tersebut adalah video dengan nama 'AirShow.ts' memiliki *background* yang hampir konstan untuk setiap *frame*-nya sedangkan video satunya 'Soccer.ts' memiliki *background* yang dinamik dan variasi warna yang signifikan. Variabel yang akan dimanipulasi dari video tersebut adalah *bitrate* dan juga *group of pictures* (GOP), yang mana semakin tinggi *bitrate* maka detail dari video tersebut secara visual akan terlihat lebih baik. Sedangkan GOP akan berpengaruh terhadap kemampuan suatu video untuk memperbaiki *frame* yang kurang sesuai dengan *frame* lain di dalam *group* tersebut.

MPEG-TS menggunakan tiga jenis *frame* (I, P, dan B) untuk mewakili video. Pengaturan GOP menentukan pola tiga jenis *frame* yang akan digunakan. Ketiga tipe gambar ini antara lain Intra (*I-frame*), juga dikenal sebagai bingkai kunci. Setiap GOP berisi satu *I-frame*. *I-frame* adalah satu-satunya jenis *frame* MPEG-TS yang dapat didekompresi sepenuhnya tanpa referensi ke *frame* yang mendahului atau mengikutinya. Ini juga merupakan data yang paling berat, membutuhkan ruang *disk* paling banyak. Berikutnya *Predicted frame* (*P-frame*), dienkodkan dari gambar "diprediksi" berdasarkan pada *frame* I- atau P yang terdekat dan sebelumnya. *P-frame* biasanya membutuhkan ruang *disk* jauh lebih sedikit daripada *I-frame* karena mereka merujuk pada

*I-* atau *P-frame* sebelumnya dalam GOP. Terakhir ada *Bi-directional* (*B-frame*), dikodekan dari interpolasi *frame* referensi yang berhasil dan sebelumnya, baik dari *I-frame* atau *P-frame*. *B-frame* adalah jenis *frame* yang paling efisien penyimpanan, membutuhkan ruang *disk* paling sedikit. Penggunaan *B* dan *P-frame* memungkinkan MPEG-TS untuk menghapus redundansi temporal, berkontribusi pada kemampuannya untuk mengompres video secara efisien [10].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

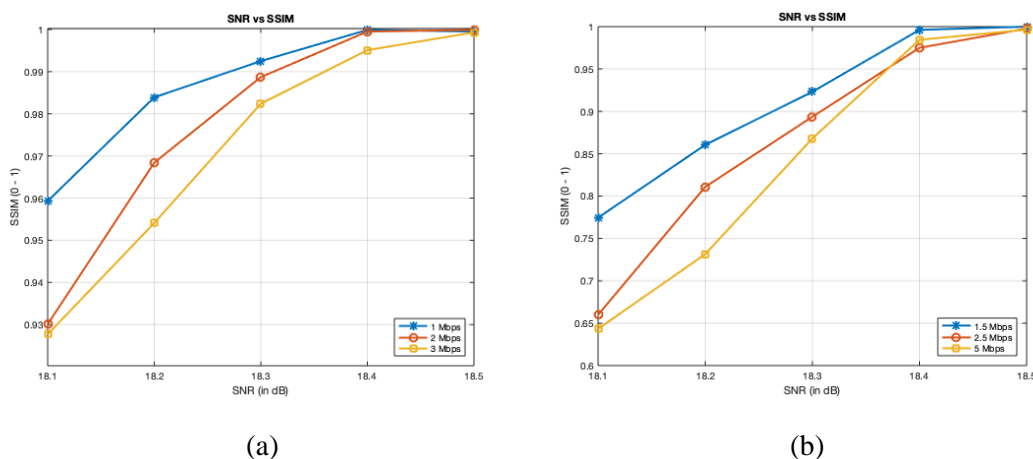
Pengujian yang dilakukan terdiri dari tiga jenis skema, yang pertama adalah pengujian sensitivitas kualitas gambar yang diukur dengan metode SSIM terhadap perbedaan *bitrate* dari suatu video dan variasi SNR. Skema kedua adalah pengujian sensitivitas atau pengaruh dengan adanya pengelompokan *frame* GOP terhadap kualitas gambar yang juga diukur dalam SSIM. Terakhir untuk skema ketiga adalah dengan melakukan pengujian besarnya *bit-error-rate* (BER) terhadap perbedaan GOP pada video. Video *raw* akan dibuat menjadi beberapa video MPEG-4 dikemas dalam MPEG-TS dengan *bitrate* dan juga GOP yang berbeda-beda.

Pada pengujian pertama pengaturan dan juga persiapan yang dilakukan sebelum simulasi adalah dengan mengubah format dua video yang sudah disiapkan ke dalam format MPEG-4 dalam MPEG-TS container, video

pertama "Airshow.ts" yang berdurasi 11 detik 25 fps dibuat dalam tiga jenis *bitrate* yang berbeda, yaitu 1Mbps, 2Mbps, dan 3Mbps. Video kedua "Soccer.ts" yang berdurasi 10 detik 25 fps dibuat dalam 1.5Mbps, 2.5Mbps, dan 5Mbps. Pada Gambar 3 menunjukkan SSIM rata-rata dari semua video yang telah dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan berulang dengan membedakan nilai SNR dari *AWGN channel* dari *range* 18.1dB sampai 18.5dB dengan selisih 0.1dB. Dapat dilihat pada gambar bahwa terdapat perbedaan kualitas yang signifikan antara *bitrate* yang lebih rendah dengan *bitrate* yang tinggi di SNR 18.1dB. Semakin tinggi SNR-nya perbedaan kualitas semakin berkurang dan tidak ada sama sekali di SNR 18.5dB. Disimpulkan bahwa *bitrate* yang lebih rendah memiliki ketahanan terhadap *noise* yang lebih baik, hanya saja *bitrate* yang rendah memiliki

gambar yang tidak sedetail *bitrate* yang tinggi. Pengujian kedua dilakukan dengan menambahkan GOP pada setiap video yang akan dicoba. Video "AirShow.ts" dibuat dengan dibuat dengan *bitrate* rata-rata 2Mbps untuk masing-masing kondisi GOP. Terdapat 4 kondisi GOP pada video ini yaitu GOP 12 yang berarti memiliki *I-frame* sebanyak 12 frame dari keseluruhan *frame* di video, GOP 15, GOP 25, dan tanpa penggunaan GOP yang artinya hanya memiliki 1 *I-frame*.

Untuk video dengan GOP digunakan *B-frame strategy* sebesar 2, yang artinya di antara I, P, dan *P-frame* terdapat 2 *B-frame*, sebagai contoh *GOP 12* dengan *B-frame 2* memiliki struktur frame "IBBPBBPBBPBB". Video kedua "Soccer.ts" dibuat dengan *bitrate* rata-rata 4Mbps dan 24 *fps*, diberikan kondisi GOP 12, GOP 24, GOP 36, GOP 48, dan GOP 60.

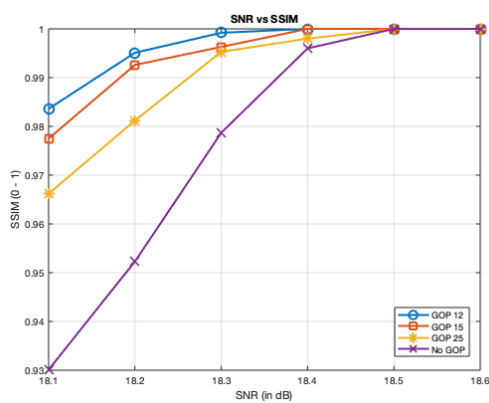


**Gambar 3. (A) SNR Vs SSIM "Airshow.Ts" untuk Berbagai Jenis Bitrate. (B) SNR Vs SSIM "Soccer.Ts" untuk Berbagai Jenis Bitrate**

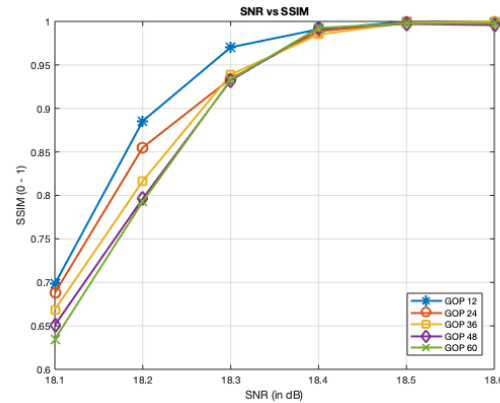
Dilakukan kenaikan GOP sebesar 12 pada video kedua dengan tujuan untuk setiap kenaikan 12 GOP terjadi penurunan interval *I-frame* sebanyak 0.5 detik. Sebagai contoh GOP 12 memiliki *I-frame* per 0.5 detik, GOP 24 memiliki *I-frame* per 1 detik. Kondisi *B-frame* di atur 2 untuk semua video kedua ini. Semua percobaan di masing-masing kondisi dilakukan 5 kali untuk menambah akurasi.

Pada Gambar 4 menunjukkan SSIM rata-rata dari semua video yang telah dilakukan pengujian dengan kondisi GOP yang berbeda-beda. Semua pengujian kedua menggunakan SNR 18.1dB hingga 18.6dB. Dapat dilihat pada gambar bahwa terdapat perbedaan kualitas yang sangat berpengaruh di SNR 18.3dB ke bawah. Pengaruh perbedaan GOP juga dapat dilihat dimana

nilai GOP yang semakin kecil menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik dikarenakan gambar akan lebih cepat melakukan perbaikan di *group* yang lebih kecil. Pada Tabel 1 ditunjukkan detail angka dari gambar 4b. Seperti pada Tabel 1 yang merupakan hasil rincian dari gambar 4b didapat semakin besar nilai GOP yang merupakan jarak antara *I-frame* maka akan semakin kecil nilai SSIM nya. Meskipun begitu ada kondisi dimana GOP yang lebih besar memiliki hasil SSIM yang lebih besar juga, itu dikarenakan kanal AWGN antara pengirim dan penerima DVB-T menggunakan *random noise*. Pengujian ketiga dilakukan untuk mengetahui sensitivitas adanya GOP terhadap BER di *input* dan *output stream* sebelum *file* dikembalikan menjadi video.



(a)



(b)

**Gambar 4. (a) SNR vs SSIM "AirShow.ts" 2Mbps untuk Berbagai Jenis GOP. (b) GOP vs SSIM "Soccer.ts" 4Mbps untuk Berbagai Jenis GOP**



**Tabel 1. Pengaruh GOP terhadap SSIM dari File “Soccer.Ts” Berdasarkan SNR**

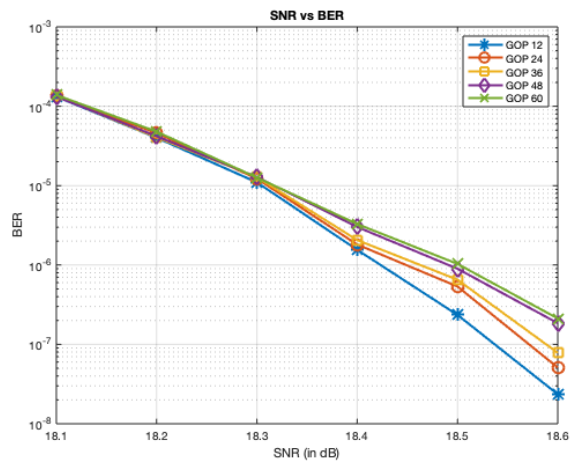
SNR (dB)	GOP	Bitrate (kbps)	File Size (kB)	Rata-rata SSIM
18.6	12	4232	5312	1.0000
	24	3904	4901	1.0000
	36	3817	4791	1.0000
	48	3769	4731	0.9958
	60	3761	4721	0.9978
18.5	12	4232	5312	0.9999
	24	3904	4901	0.9992
	36	3817	4791	0.9983
	48	3769	4731	0.9971
	60	3761	4721	0.9977
18.4	12	4232	5312	0.9910
	24	3904	4901	0.9886
	36	3817	4791	0.9850
	48	3769	4731	0.9922
	60	3761	4721	0.9926
18.3	12	4232	5312	0.9703
	24	3904	4901	0.9343
	36	3817	4791	0.9389
	48	3769	4731	0.9321
	60	3761	4721	0.9331
18.2	12	4232	5312	0.8855
	24	3904	4901	0.8551
	36	3817	4791	0.8166
	48	3769	4731	0.7964
	60	3761	4721	0.7930
18.1	12	4232	5312	0.6983
	24	3904	4901	0.6879
	36	3817	4791	0.6688
	48	3769	4731	0.6509
	60	3761	4721	0.6349

Keterangan : Nilai SSIM memiliki interval dari 0 – 1

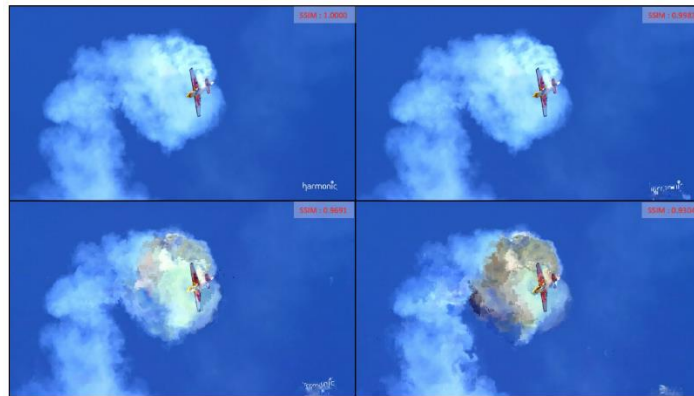
File yang digunakan yaitu video “Soccer.ts” yang sama seperti pada percobaan kedua.

Kondisi pada kanal AWGN juga sama dengan kondisi percobaan kedua. Penyajian Gambar 5 dibuat dalam bentuk grafik *semilog* di y untuk menampilkan besarnya *bit-error-rate* pada blok *input* dan *output stream* pada *simulink*. Total bits pada masing-masing video berbeda tergantung dari GOP nya, besaran bits hampir sama dengan *bitrate* dari

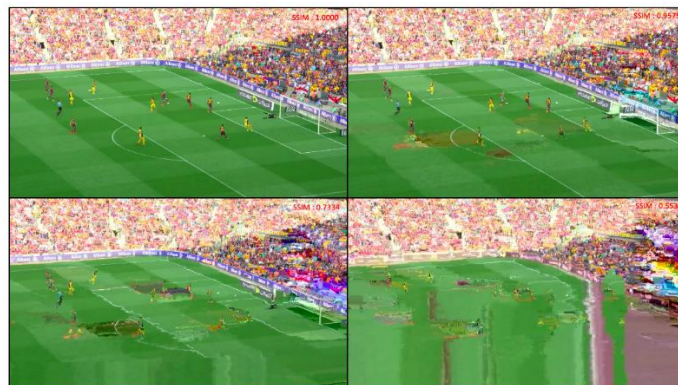
video tersebut dikali 10, sebagai contoh video Soccer.ts dengan GOP 12 memiliki *bitrate* 4232 *kbps*, berarti total bits dalam video tersebut sekitar  $4,232 \times 10^7$  bits. Gambar tersebut menunjukkan pada SNR 18.1dB memiliki BER  $10^{-4}$ , yang artinya setiap 10.000 bits memiliki setidaknya 1 bit yang error. Pengaruh adanya GOP terlihat pada SNR 18.4db hingga 18.6dB dimana semakin kecil nilai GOP maka semakin kecil nilai kesalahannya atau BER-nya.



Gambar 5. SNR Vs BER File Video "Soccer.Ts" untuk Berbagai Jenis GOP



Gambar 6. SSIM dari Salah Satu Frame Video "Airshow.Ts"



Gambar 7. SSIM dari Salah Satu Frame Video "Soccer.Ts"

Penyajian terakhir pada Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukan masing-masing empat gambar dengan perbedaan SSIM pada sebuah frame yang diambil dari video yang diuji. Terdapat nominal pada gambar yang

menunjukkan besarnya SSIM yang mempresentasikan gambar sesungguhnya, semakin kecil nilai dari SSIM tersebut semakin berbeda gambar itu dibandingkan dengan gambar aslinya atau memunculkan

sejumlah distorsi yang merusak gambar. Nilai 1.000 pada SSIM menunjukkan tidak ada perbedaan antara gambar *output* dengan gambar asli. Pengujian pada kedua video tersebut dilakukan dengan nilai SNR 18.1dB hingga 18.6dB. Video pada Gambar 6 “*AirShow.ts*” memiliki SSIM yang tidak terlalu bervariasi dibandingkan dengan video pada Gambar 7 “*Soccer.ts*”, dikarenakan adanya perbedaan pergerakan *background* pada video. Video “*AirShow.ts*” memiliki *background* yang hampir statis, sedangkan “*Soccer.ts*” dengan *background* yang selalu bergerak.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam tulisan ini telah diuji hasil sensitivitas dari video MPEG-4 yang dikemas ke dalam MPEG-TS untuk proses transmisi DVB-T. Pengujian dilakukan dalam tiga skema untuk mengetahui nilai kualitas video dalam SSIM dan juga besarnya kesalahan bit dalam BER terhadap perubahan variabel pada video yaitu *bitrate* dan juga struktur *frame* GOP. Variabel pada transmisi berupa *signal-to-noise-ratio* (SNR) yang dilakukan perubahan besaran dalam satuan *dB*. Objek penelitian berupa dua buah video dengan sifat yang berbeda dimana video yang satu dengan latar belakang gambar yang statis, sedangkan video lainnya dengan latar belakang yang selalu bergerak.

Percobaan pada simulasi pertama dengan membuat perbedaan *bitrate* masing-

masing video sebelum dikirim melalui DVB-T, diperoleh kesimpulan yang sama dari kedua video tersebut yaitu semakin tinggi nilai *bitrate* maka semakin besar frekuensi kerusakannya atau semakin kecil nilai SSIM nya. Percobaan berikutnya melakukan perbedaan dari sisi pengelompokan gambar (GOP) dan didapat kesimpulan bahwa GOP yang paling rendah memiliki kualitas SSIM yang paling baik dibanding GOP yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan video dengan interval GOP yang lebih pendek dapat melakukan perbaikan video lebih sering. Pengujian terakhir dengan mengukur BER dari hasil percobaan kedua, dan diperoleh jumlah *bit-error* pada video dengan GOP paling rendahlah yang paling baik.

Analisis sensitivitas video MPEG-4 berdasarkan struktur *frame* dalam transmisi DVB-T ini diharapkan berguna untuk memperbaiki dan merancang sistem transmisi yang lebih baik untuk aplikasi DVB ke depannya. Sebagai contoh dengan menambahkan *machine learning* atau *deep learning* yang dapat memberikan keputusan untuk melakukan perubahan struktur *frame* di kondisi-kondisi tertentu sebelum video disiarkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] DTVstatus, “Digital broadcasting systems for terrestrial television 2015,” DTVstatus, 2015. [Daring]. Tersedia:

- <http://en.dtvstatus.net/>. [Diakses: 20 April 2020].
- [2] Menkominfo, “Indonesia mulai masuk era tv digital,” Menkominfo, 2015. [Daring]. Tersedia: [https://kominfo.go.id/content/detail/3400/indonesia-mulai-masuki-era-tv-digital/0/sorotan\\_media](https://kominfo.go.id/content/detail/3400/indonesia-mulai-masuki-era-tv-digital/0/sorotan_media). [Diakses: 20 April 2020].
- [3] M. Uhrina dan M. Vaculik, “The impact of bitrate and packet loss on the video quality of H.264/AVC compression standard,” Dalam Proc. 38th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP), 2015.
- [4] T.M. Kusuma, R. Rahmanto dan E. Haryatmi, “Adaptive power link adaptation on DVB-T system based on picture quality feedback,” *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 9, no. 4, Agustus, hal.3121-3129, 2019.
- [5] M. I. Iqbal dan H. J. Zepernick, “Error sensitivity analysis of DMB transport streams,” *IEEE Access*, vol. 7, 2019.
- [6] M. Elsharief, A. Zekry and M. Abouelatta, “Implementing a standard DVB-T system using MATLAB Simulink”, *International Journal of Computer Applications*, vol. 98, no. 5, Juli, hal. 27-32, 2014.
- [7] Bitmovin, “Video Developer Report 2019,” [www.bitmovin.com](http://www.bitmovin.com). [Daring]. Tersedia: <https://go.bitmovin.com/video-developer-report-2019>. [Diakses: 25 April 2020].
- [8] S. Bilodeau, “Delivering 8K using AVC/H.264,” [www.mysterybox.us](http://www.mysterybox.us), April 5, 2017. [Daring]. Tersedia: <https://www.mysterybox.us/blog/2017/2/21/delivering-8k-using-avch264>. [Diakses: 25 April 2020].
- [9] DVB Document A125, “Support for use of the DVB Scrambling Algorithm version 3 within digital broadcasting systems,” [www.dvb.org](http://www.dvb.org), July, 2008. [Daring]. Tersedia: <https://dvb.org/?standard=support-for-use-of-the-dvb-scrambling-algorithm-version-3-within-digital-broadcasting-systems>. [Diakses: 26 April 2020].
- [10] Apple Support, “MPEG-2 Reference Information”, [help.apple.com](http://help.apple.com), 2017. [Daring]. Tersedia: <https://help.apple.com/compressor/mac/4.0/en/compressor/usermanual/#chapter=18%26section=5>. [Diakses: 25 April 2020].
- [11] T. Samajdar dan I. Quraishi, “Analysis and evaluation of image quality metrics,” Dalam *Information Systems Design and Intelligent Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing*, J. Mandal, S. Satapathy, M. S. Kumar, P. Sarkar, A. Mukhopadhyay, Eds. New Delhi: Springer, 2015, hal. 369-378