

Perbandingan Codec AVC Dan HEVC Menggunakan Penilaian Subjektif Standar ITU-T P.900

Annisa Gatri Zakinah ^{#1}, Arief Setyanto ^{*2}, Asro Nasiri ^{#3}

Pascasarjana Teknik Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta
Sleman, D.I. Yogyakarta, Indonesia

¹ annisagatri@gmail.com

² arief_s@amikom.ac.id

³ asro@amikom.ac.id

Abstract

Based on the Bitmovin Video Developer Report 2021, video streaming users in Indonesia account for 98.5% of the total population of 181.9 million Indonesians in the age range of 16-64 years. The needs of video connoisseurs for good video quality but with a light file size require the right encoding decoding technology. In the video, the AVC coding technique is known, and its latest generation is HEVC. Various studies have proven that in terms of video compression, the HEVC video codec can reduce video size by up to 50% with the same quality as AVC video codec, but the adoption rate is still quite low. Therefore, this study was conducted using subjective assessment (ITU-T P.910 and ITU-T P.913 standards) to determine the quality of the video codec so that the factors causing the low HEVC adoption rate can be determined in order to provide recommendations to video editors. This study uses a survey approach involving 19 respondents who provide an assessment of 9 video samples provided with different bitrate and framerate formats. As a result, the AVC codec obtained a score of 3.51 and 69.0 while the HEVC codec received a score of 3.94 and 76.2. However, the compression time needed by HEVC is 21 minutes and 53 seconds longer than the AVC video codec, so this could be one of the factors that the adoption rate of HEVC is still low.

Keywords: AVC, HEVC, ITU-T P.910, ITU-T P.913

Abstrak

Berdasarkan Bitmovin Video Developer Report 2021, pengguna video streaming di Indonesia sebanyak 98,5% dari total populasi 181,9 juta masyarakat Indonesia pada rentang usia 16-64 tahun. Kebutuhan penikmat video akan kualitas video yang baik namun dengan ukuran file yang ringan membutuhkan adanya teknologi encoding decoding yang tepat. Dalam video, dikenal teknik pengkodean AVC dan generasi terbarunya adalah HEVC. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa dalam hal kompresi video, codec video HEVC dapat mengurangi ukuran video hingga 50% dengan kualitas yang sama dibandingkan codec video AVC, namun tingkat adopsinya masih cukup rendah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan menggunakan penilaian subjektif (standar ITU-T P.910 dan ITU-T P.913) untuk mengetahui kualitas codec video sehingga dapat ditentukan faktor penyebab tingkat adopsi HEVC yang rendah agar dapat memberikan rekomendasi kepada editor video. Penelitian ini menggunakan pendekatan survei dengan melibatkan 19 responden yang memberikan penilaian dari 9 sampel video yang disediakan dengan format *bitrate* dan *framerate* yang berbeda. Hasilnya, codec AVC memperoleh skor 3,51 dan 69,0 sedangkan codec HEVC mendapatkan skor 3,94 dan 76,2. Namun demikian, waktu kompresi yang dibutuhkan HEVC lebih

lama 21 menit 53 detik dibanding codec video AVC, sehingga hal ini dapat menjadi salah satu faktor tingkat adopsi HEVC masih rendah.

Kata Kunci: AVC, HEVC, ITU-T P.910, ITU-T P.913

I. PENDAHULUAN

Video audio streaming merupakan sebuah metode dengan memanfaatkan streaming server digunakan untuk mentransmisikan video dan audio digital ke dalam jaringan data sehingga memungkinkan pengguna untuk dapat melihat dan mendengarkan secara langsung tanpa harus mengunduh atau menyimpannya terlebih dahulu [1]. Sejak Google mengakuisisi YouTube di tahun 2006 [2], penggunaan video streaming semakin terus berkembang dengan bertambahnya penyedia layanan video streaming dan adanya pandemi Corona Virus Disease 19 (Covid 19). Berdasarkan riset yang dilakukan Hootsuite dan We Are Social per Januari 2021, sebanyak 98,5% dari total populasi 181,9 juta masyarakat di Indonesia yang berusia antara 16 sampai 64 tahun mengakses internet untuk menonton video online atau streaming [3]. Selain itu, 74,3% dari total populasi yaitu sebanyak 135,1 juta masyarakat Indonesia menghabiskan waktunya untuk menonton vlog atau video blog dan layanan streaming lain seperti musik telah menjangkau 84% atau sejumlah 152 juta masyarakat di Indonesia [3].

Menurut Bitmovin Video Developer Report 2021, tiga tantangan terbesar yang dihadapi dalam teknologi video saat ini adalah live (low) latency, controlling cost (bandwidth, storage, etc), dan playback on all device [4]. Ketiga tantangan tersebut saling berkaitan satu sama lain, di mana jika kita ingin memutar video di semua perangkat dengan latency yang rendah, maka diperlukan bandwidth yang besar. Namun, teknologi yang diinginkan saat ini adalah bagaimana video dapat diputar di semua perangkat dengan *latency* yang rendah tapi *bandwidth* yang digunakan kecil. Oleh karena itu, selain *bitrate*, proses encoding decoding yang tepat dapat membantu menjawab tantangan tersebut.

Dalam melakukan proses encoding diperlukan suatu teknik pengkodean video di mana video tersebut akan dikompresi dengan mengurangi jumlah data yang bersifat redundansi [5]. Berbagai teknik pengkodean video telah banyak bermunculan seiring dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Jenis teknik pengkodean video yang paling baru dan sudah dapat digunakan secara umum yaitu codec (code-decoder) HEVC (High Efficiency Video Coding) atau disebut juga codec H.265, sedangkan jenis teknik pengkodean video yang paling banyak digunakan di kalangan editor video yaitu AVC (Advanced Video Coding) atau disebut juga dengan codec H.264.

Codec HEVC memiliki rasio kompresi yang lebih baik daripada Codec AVC [6], namun tingkat adopsinya di kalangan video developer masih relatif rendah. Berdasarkan Bitmovin Video Developer Report 2021, dari tahun 2017 hingga 2021, AVC memiliki tingkat adopsi yang paling dominan dari codec lainnya. Pada tahun 2020 tingkat adopsi mencapai 91%, namun mengalami penurunan di tahun 2021 sebanyak 8% walaupun masih menempati posisi puncak [4]. Hal ini didasari munculnya codec terbaru yang menawarkan tingkat kompresi file yang lebih rendah namun tidak mengurangi kualitas video [4]. Bahkan diprediksi dalam satu tahun ke depan, persaingan akan semakin ketat dengan munculnya generasi terbaru [4]. Sedangkan HEVC yang diklaim lebih unggul dalam hal tingkat kompresi yang lebih baik daripada AVC, di tahun 2021, HEVC berada pada posisi kedua dengan persentase 49% dalam hal tingkat adopsi codec video untuk suatu produksi [4]. Sedangkan pada tahun 2022, AVC tetap konsisten sebagai codec video yang paling banyak digunakan, dengan persentase sebanyak 78% untuk format live dan 85% untuk format Video on Demand (VoD) [7]. Hal inilah yang mendasari penelitian ini dilakukan, codec HEVC yang lebih unggul dalam hal tingkat kompresi namun tingkat adopsinya masih di bawah codec pendahulunya, yaitu AVC.

Setiap jenis codec video memiliki kualitas video yang dihasilkan berbeda. Hal ini bisa dideteksi melalui berbagai pengukuran atau penilaian yang dilakukan, contohnya penilaian secara objektif dan secara subjektif.

Namun, terkadang penilaian berdasarkan rumus berbeda dengan persepsi dari pengguna akhir atau penikmat video. Oleh karena itu, dibutuhkan penilaian subjektif untuk mendukung penilaian objektif yang dilakukan supaya mendapatkan hasil yang lebih akurat mengenai kualitas video. Hasil persepsi responden dapat memberikan gambaran kualitas dari suatu video yang diteliti [8]. Penilaian subjektif memberikan hasil yang akurat terhadap kualitas video karena penilaian ditentukan oleh *user* yang di mana merupakan tujuan utama dari perlunya kualitas video yang baik. Penilaian subjektif dapat dilakukan menggunakan standar *subjective video quality assessment* yang telah ada. Standar ITU-T dipilih menjadi acuan untuk penilaian subjektif pada penelitian codec video HEVC dan AVC karena standar penilaian kualitas audio video dalam layanan multimedia secara subjektif hanya terdapat pada standar tersebut. Lebih spesifik lagi, peneliti menggunakan acuan dalam standar ITU-T P.910 (*Subjective video quality assessment methods for multimedia applications*) dan P.913 (*Methods for the subjective assessment of video quality, audio quality and audiovisual quality of Internet video and distribution quality television in any environment*) yang mana didalamnya terdapat suatu standar penilaian kualitas audio visual dalam layanan multimedia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang membandingkan antara codec video AVC dengan HEVC sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti dengan metode penelitian yang berbeda-beda. Pada penelitian Ayu Shafira T, dkk (2021) yang bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang perubahan kualitas pada codec yang paling baru yaitu AV1 dibandingkan dengan codec pendahulunya, yaitu AVC, HEVC, VP9, dan AV1. Perbandingan yang dilakukan secara eksperimental dengan dua resolusi yaitu 1080p dan 720p ini mengambil sampel frame video yang diberikan nilai CRF/CQP dengan preset encoder yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan beberapa tes yang menggunakan parameter durasi pengkodean, rasio kompresi, *bitrate*, *Mean Square Error* (MSE), dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa codec AV1 sangat baik dalam hal kualitas dan ukuran file tetapi kekurangannya ada pada kecepatan kompresi yang buruk. Oleh karena itu, penelitian tersebut lebih menyarankan untuk menggunakan codec HEVC karena memiliki hasil kompresi yang baik dengan ukuran file yang kecil dan waktu kompresi yang cepat [6].

Kemudian terdapat beberapa penelitian yang khusus membandingkan antara codec video AVC dengan HEVC. Di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Milan Jayaratne, dkk (2022) yang menggunakan teknik algoritma prediksi, transformasi dan kuantisasi, dan pengkodean entropi. Kemudian Om Khandu, dkk (2021) yang menggunakan model neural networks. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Adhie Rizal, dkk (2020) yang mengevaluasi kinerja codec video dengan penilaian objektif. Selanjutnya Firos Fathul Alam, dkk (2018) menggunakan parameter PSNR, MSE, rasio kompresi, dan kecepatan kompresi dalam menganalisis performansi kedua codec video tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Milan Jayaratne, dkk (2022) membandingkan teknologi yang ada antara codec AVC dengan HEVC. Perbandingan ini menggunakan beberapa teknik, di antaranya algoritma prediksi yang dapat mengetahui alur codec video, teknik transformasi dan kuantisasi, serta metode pengkodean entropi. Penelitian ini memperoleh hasil di mana sistem HEVC lebih maju dalam setiap aspek daripada sistem AVC. Mulai dari *prediction* HEVC yang menggunakan CTU (*Coding Tree Unit*), lalu matriks transformasi yang dapat diturunkan dengan memperkirakan fungsi basis DCT (*Discrete Cosine Transform*) yang diskalakan sebagai bagian dari teknik transformasi dan kuantisasi, dan pengkodean entropi HEVC hanya menggunakan teknik CABAC (*Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding*) sedangkan AVC menggunakan CABAC dan CAVLC (*Context Adaptive Variable Length Coding*) [9].

Penelitian selanjutnya menggunakan codec video AVC dengan HEVC sebagai objek yang akan diteliti dengan model neural networks. Om Khandu, dkk (2021) menggunakan pendekatan *Long Short-Term Memory*, *Convolutional Neural Networks*, dan *Sequence-to-Sequence* serta membandingkannya tingkat akurasi dengan pendekatan lainnya yang ada. Pendekatan ini digunakan untuk dapat memprediksi ukuran frame video yang akan datang untuk menjaga kualitas layanan dan *experience* pengguna video. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemodelan yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang jauh lebih tinggi pada berbagai video [10].

Pada tahun 2020, Adhie Rizal, dkk melakukan penelitian dengan menggunakan penilaian objektif untuk mengevaluasi kinerja codec terbaru yakni HEVC dibandingkan dengan codec pendahulunya, yaitu AVC. Tiga jenis resolusi yang digunakan adalah 1080p, 720p, dan 480p serta dengan mengkombinasikan preset CRF dan encoder. Parameter yang digunakan adalah durasi encoding, rasio kompresi, *bitrate*, MSE, dan PSNR. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa masing-masing codec video yang diuji memiliki keunggulan yang berbeda. Codec video AVC unggul dalam hal waktu yang dibutuhkan untuk melakukan encoding sedangkan HEVC unggul dalam hal rasio kompresi dan *bitrate* dengan selisih masing-masing 38,5% dan 52,7% [11].

Firos Fathul Alam, dkk (2018) melakukan analisis performansi video codec HEVC dengan AVC pada video digital. Penelitian yang dilakukan menggunakan perhitungan secara objektif dengan parameter kecepatan kompresi, nilai PSNR, MSE, dan rasio kompresi. Hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa AVC unggul pada parameter kecepatan kompresi yang mencapai dua kali lipat dibandingkan HEVC. Namun, HEVC unggul pada parameter lainnya, yaitu nilai PSNR yang lebih tinggi, nilai MSE yang lebih rendah, rasio kompresi yang mencapai dua kali rasio kompresi AVC [12]. Setiap penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa codec HEVC lebih unggul dari pada AVC. Namun dalam hal kecepatan kompresi, AVC membutuhkan waktu yang lebih singkat dibanding HEVC.

III. METODE PENELITIAN

Fokus dari penelitian ilmiah ada pada metode yang kokoh untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan dan menganalisis data, serta pada akhirnya dapat menarik kesimpulan dengan tepat [13]. Oleh karena itu, metode penelitian merupakan alat untuk menjawab dan menjelaskan masalah dan tujuan penelitian [13]. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan jenis dan sifat penelitian adalah penelitian eksperimen deskriptif karena penelitian yang dilakukan merupakan studi objektif, sistematis, dan terkontrol untuk memprediksi suatu fenomena, berupa kualitas codec video [13].

A. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pemberian angket untuk beberapa responden dalam rangka penilaian secara subjektif untuk mengetahui kualitas suatu citra dengan *bitrate* dan resolusi yang berbeda di setiap codec-nya. Variabel yang digunakan untuk mengumpulkan data terbagi menjadi 2 kategori, yaitu berdasarkan fitur tingkat tinggi dan tingkat rendah [14]. Fitur tingkat tinggi di antaranya situasi dalam ruangan, luar ruangan, gerakan kamera, dan close up wajah. Sedangkan fitur tingkat rendah meliputi jumlah objek, tingkat noise, gerakan objek, dan ketajaman gambar. Semua fitur tersebut akan diwakili oleh masing-masing satu sampel video dengan teknik kompresi AVC dan HEVC. Masing-masing video tersebut akan diuji pada resolusi 1920 x 1080 atau 1080p serta dua *bitrate* yang berbeda, yaitu 2500 Kbps dan 1500 Kbps dengan jumlah *bitrate* 25 fps dan 30 fps. Sehingga total video sampel yang diambil sebanyak 9 video berformat AVC dan 9 video berformat HEVC.

Pada penelitian subjektif yang mana menggunakan dua standar, yaitu ITU-T P.910 akan melibatkan 19 responden yang fokus menilai sisi video (ITU-T, 2021a dan ITU-T, 2021b). Penelitian subjektif tersebut akan menggunakan *control environment* yang mana menggunakan unsur *subjective test* di antaranya pemilihan responden berdasarkan usia dan gender dengan jumlah yang seimbang, kondisi lingkungan, dan mekanisme stimulus yang diberikan saat pengambilan data berlangsung. Hal ini sesuai dengan ketentuan penelitian yang ada pada kedua dokumen standar tersebut.

B. Metode Analisis Data

Data yang telah terkumpul, selanjutnya dianalisis menggunakan persamaan pada masing-masing parameter untuk ditemukan nilainya. Kemudian nilai tersebut diinterpretasikan ke dalam standar ITU-T Recommendations P.910 dan P.913 untuk dapat disimpulkan kualitas codec video AVC dan HEVC. Pada penelitian subjektif ITU-

T P.910 yang menggunakan skala ACR (*Absolute Category Rating*), kriteria penilaian ditunjukkan pada Tabel I [15]. Sedangkan pada ITU-T P.913, kriteria penilaian menggunakan skala 0-100 [16].

TABLE I
KRITERIA PENILAIAN ITU-T P.910

Skala	Kualitas
5	Excellent
4	Good
3	Pair
2	Poor
1	Bad

Dalam rangka untuk menyetarakan hasil antara kedua standar penilaian tersebut agar menjadi satu kesimpulan yang utuh, maka dilakukan sintesa antara kriteria penilaian ITU-T P.910 dengan ITU-T P.913 sehingga menghasilkan penyetaraan penilaian seperti yang ditunjukkan pada Tabel II [17].

TABLE II
PENYETARAAN PENILAIAN SUBJEKTIF

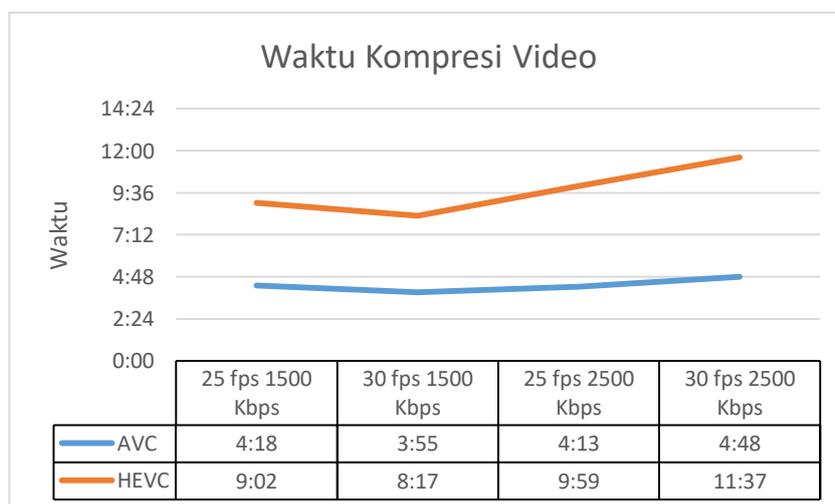
Gangguan	ITU-T P.910	ITU-T P.913	Kualitas
Tidak Terlihat	5	80-100	Excellent
Terlihat, Tidak Mengganggu	4	60-80	Good
Sedikit Mengganggu	3	40-60	Pair
Mengganggu	2	20-40	Poor
Sangat Mengganggu	1	0-20	Bad

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan 9 sampel video yang diambil berdasarkan 9 kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Video sampel tersebut diambil dari berbagai sumber, 3 video diambil dari internet dan 7 video diambil dari koleksi pribadi dengan resolusi 1920x1080 pixel. Dalam rangka penelitian ini, setiap video sampel diubah menjadi 2 codec yang berbeda dengan *framerate* dan *bitrate* yang berbeda menggunakan tool converter Any Video Converter. *Framerate* yang digunakan adalah 25 fps dan 30 fps sedangkan *bitrate* yang digunakan adalah 1500 Kbps dan 2500 Kbps. Rincian lengkap tentang sampel video yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel III. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk melakukan perubahan format 9 video asli menjadi format video AVC dan HEVC berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dapat dilihat pada Gambar 1.

TABLE III
 VIDEO SAMPEL PENELITIAN

Video	Kriteria	AVC				HEVC			
		25 fps 1500 Kbps	30 fps 1500 Kbps	25 fps 2500 Kbps	30 fps 2500 Kbps	25 fps 1500 Kbps	30 fps 1500 Kbps	25 fps 2500 Kbps	30 fps 2500 Kbps
1	Jumlah objek								
2	Dalam ruangan								
3	Luar ruangan								
4	Close up wajah								
5	Gerakan kamera								
6	Air								
7	Gerakan objek								
8	Noise								
9	Ketajaman gambar								



Gambar 1. Waktu Kompresi Video Asli ke Codec Video AVC dan HEVC

Berdasarkan Gambar 1, codec HEVC memiliki waktu *convert* yang lebih lama dibandingkannya codec AVC. Perbandingan cukup jauh terlihat pada ketika video asli diubah ke *framerate* 30 fps dan *bitrate* 2500 Kbps. Proses untuk mengubah 9 video asli secara bersamaan menjadi codec video AVC, hanya membutuhkan waktu 4,48 menit, sedangkan jika diubah ke codec video HEVC membutuhkan waktu hingga 11,37 menit. Hal ini

menunjukkan bahwa salah satu kekurangan dari codec video HEVC adalah proses kompresi yang memakan waktu cukup lama dibandingkan dengan codec video AVC.

Semua sampel video tersebut disusun secara berurutan mulai dari *framerate* 25 fps *bitrate* 1500 Kbps, *framerate* 30 fps *bitrate* 1500 Kbps, *framerate* 25 fps *bitrate* 2500 Kbps, dan *framerate* 30 fps *bitrate* 2500 Kbps masing-masing untuk codec video AVC dan HEVC. Setiap pergantian video, terdapat video jeda yang bertujuan untuk memberikan waktu kepada responden dalam memberikan skor untuk video yang tela diputar sebelumnya.

Penilaian subjektif yang dilakukan melibatkan 19 responden yang terdiri dari 9 orang perempuan dan 10 orang laki-laki. Responden memiliki rentang usia antara 17 – 47 tahun. Pemilihan responden dilakukan berdasarkan usia dan gender. Hal ini dilakukan karena menurut standar ITU-T P.913 menyebutkan bahwa 2 hal terpenting dalam pemilihan responden adalah distribusi usia di setiap rentang dan keseimbangan gender. Dari 19 responden, 47% berjenis kelamin perempuan dan 53% berjenis kelamin laki-laki. Berdasarkan usia, setiap responden merupakan perwakilan dari setiap rentang usia yang ditentukan seperti yang tercantum pada Tabel IV di bawah ini.

TABLE IV
DISTRIBUSI RESPONDEN BERDASARKAN USIA

Usia	Jumlah Responden	Persentase
16 – 24 tahun	6 orang	32 %
25 – 32 tahun	6 orang	32 %
33 – 40 tahun	5 orang	26 %
>40 tahun	2 orang	10 %
Jumlah	19 orang	100 %

Distribusi responden di tiap rentang usia paling banyak terdapat rentang usia antara 16-24 tahun dan 25-32 tahun. Hal ini disebabkan oleh populasi di tempat peneliti berada adalah di lingkungan Sekolah Menengah Atas (SMA) sehingga mayoritas usia yang ada pada kisaran 16-24 tahun untuk siswa dan 25-32 tahun untuk para guru. Penentuan jumlah responden, didasarkan pada standar ITU-T P.910 dan ITU-T P-913 yang mensyaratkan jumlah responden minimal adalah 15 orang dan maksimal adalah 25 orang. Oleh karena itu, peneliti mengambil jumlah 19 orang karena ketersediaan dan keterbatasan waktu dan kesempatan yang dimiliki oleh setiap orang yang ada di tempat peneliti berada. Kemudian, setiap responden diberikan jadwal untuk pengambilan data yang bertempat di Laboratorium Komputer sekolah.

Beberapa karakteristik pengambilan data diterapkan dalam penelitian subjektif. Mulai dari pemilihan letak komputer yang membelakangi arah datangnya cahaya, kondisi ruangan dengan pencahayaan redup, dan responden melakukan penilaian dalam satu kali waktu merupakan control environment yang dilakukan oleh peneliti. Dalam proses pengambilan data secara subjektif, responden diberikan serangkaian video yang telah disusun sedemikian rupa sesuai urutan video. Setiap pergantian video 1 ke video selanjutnya terdapat video jeda blackscreen selama 30 detik. Video jeda tersebut disediakan untuk memberikan waktu kepada responden agar memberikan penilaian dan menuliskannya pada angket yang tersedia.

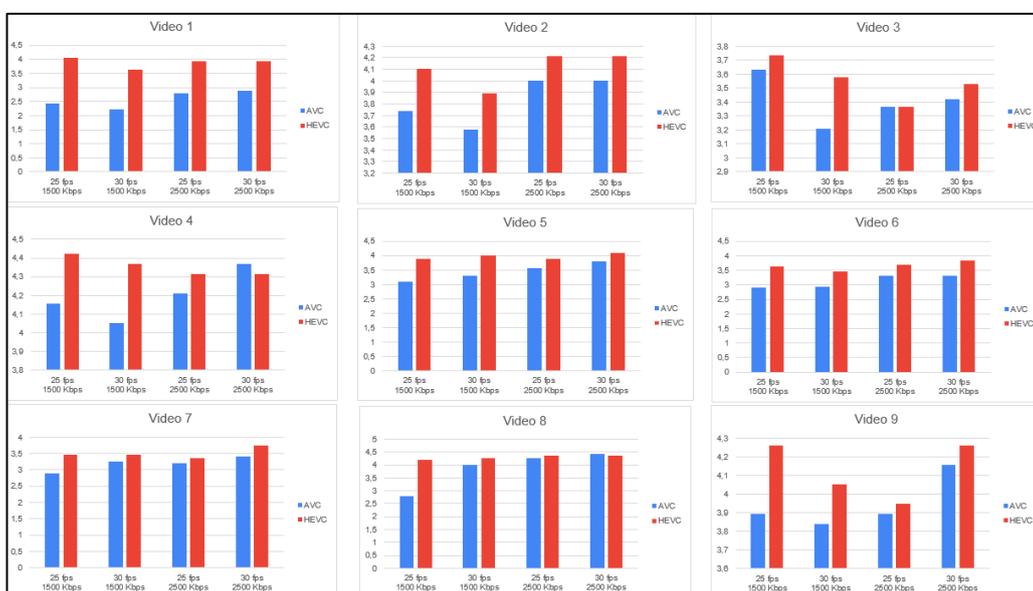
Angket yang diberikan kepada responden berisi 4 sesi/ 4 lembar. Setiap sesi berisi lembar penilaian untuk standar P.910 dan P.913 dengan membandingkan codec video AVC dan HEVC. Setiap responden mengisi angket yang telah diberikan sesuai dengan petunjuk yang ada didalamnya. Hasil dari pengisian angket tiap responden kemudian diolah menggunakan aplikasi Microsoft Excel dengan penjabaran sebagai berikut:

- 1) Peneliti memasukkan nilai yang diberikan oleh setiap responden pada setiap video, baik itu codec video AVC maupun HEVC dan untuk standar P.910 dan P.913.
- 2) Dari hasil masukan nilai tiap responden di tiap video, kemudian dibuatlah rata-rata setiap video dari setiap codec video yang diteliti untuk selanjutnya dibuat grafik perbandingan nilai AVC dan HEVC, baik itu setiap jenis *framerate* dan *bitrate* maupun secara keseluruhan.

- 3) Hasil dari perbandingan AVC dan HEVC di setiap video, kemudian dibuat rangkuman hasilnya berdasarkan nilai rata-rata dari setiap video sampel dengan 4 kriteria yang telah ditentukan.
- 4) Selain membuat rangkuman berupa tabel, untuk memudahkan dalam pembacaan dan perbandingan antara codec AVC dan HEVC adalah dengan menerjemahkannya ke dalam bentuk grafik. Pembuatan grafik didasarkan pada perbandingan AVC dengan HEVC dari sisi *framerate* dan *bitrate* di setiap video ke-1 sampai ke-9 kemudian rata-rata dari keseluruhan video pada tiap *framerate* dan *bitrate* divisualisasikan agar memudahkan dalam pengambilan kesimpulan.
- 5) Pada tahap akhir, peneliti menarik kesimpulan tentang perbandingan AVC dan HEVC dari keseluruhan tipe *framerate* dan *bitrate* yang digunakan serta 9 sampel video yang diuji.

Berdasarkan penelitian subjektif yang telah dilakukan dengan melibatkan 19 responden, peneliti menguji 9 video sampel dengan 2 standar ITU-T berikut.

A. Standar ITU-T P.910



Gambar 2. Perbandingan AVC dan HEVC Standar P.910 Setiap Video

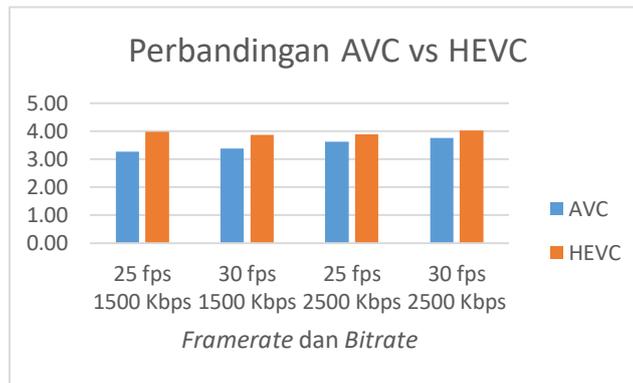
Berdasarkan hasil perbandingan pada Gambar 2, pada video ke-1, 2, 5, 6, 7, dan 9 codec video HEVC memiliki nilai yang lebih unggul dibanding codec video AVC dari setiap tipe *framerate* dan *bitrate* yang telah ditentukan. Sedangkan pada video ke-4 dan ke-8, AVC memiliki nilai yang lebih tinggi pada tipe *framerate* 30 fps *bitrate* 2500 Kbps. Kemudian untuk video ke-3, nilai AVC dan HEVC memiliki persamaan pada *framerate* 25 fps *bitrate* 2500 Kbps dengan skor 3,37.

Hasil rata-rata dari penilaian responden kemudian digabungkan ke dalam Tabel V untuk memudahkan dalam menganalisis hasil penelitian.

TABLE V
RANGKUMAN HASIL PENELITIAN SUBJEKTIF STANDAR ITU-T P.910

Standar ITU-T P.910													
Video		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rerata		
Rata-Rata	AVC	25 fps 1500 Kbps	2,42	3,74	3,63	4,16	3,11	2,89	2,89	2,79	3,89	3,28	3,51
		30 fps 1500 Kbps	2,21	3,58	3,21	4,05	3,32	2,95	3,26	4,00	3,84	3,38	
		25 fps 2500 Kbps	2,79	4,00	3,37	4,21	3,58	3,32	3,21	4,26	3,89	3,63	
		30 fps 2500 Kbps	2,89	4,00	3,42	4,37	3,79	3,32	3,42	4,42	4,16	3,75	
	HEVC	25 fps 1500 Kbps	4,05	4,11	3,74	4,42	3,89	3,63	3,47	4,21	4,26	3,98	3,94
		30 fps 1500 Kbps	3,63	3,89	3,58	4,37	4,00	3,47	3,47	4,26	4,05	3,86	
		25 fps 2500 Kbps	3,95	4,21	3,37	4,32	3,89	3,68	3,37	4,37	3,95	3,90	
		30 fps 2500 Kbps	3,95	4,21	3,53	4,32	4,11	3,84	3,74	4,37	4,26	4,04	

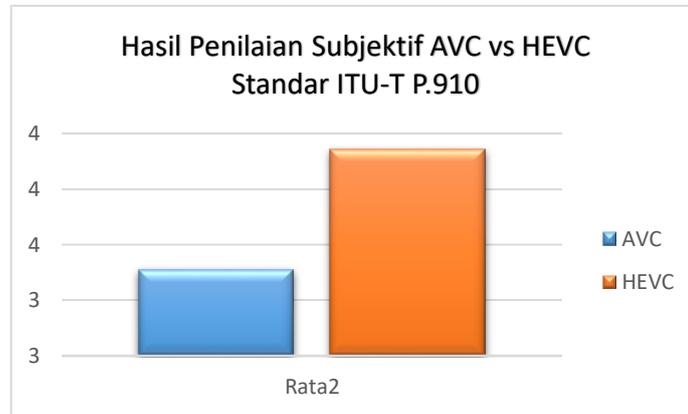
Dalam Tabel V, hasil penelitian di kelompokkan berdasarkan codec video HEVC dan AVC, di mana setiap codec video diuji dalam 4 kombinasi *framerate* dan *bitrate* yang berbeda di setiap video sampel. Hasil dari setiap video sampel pada masing-masing kombinasi *framerate* dan *bitrate* yang berbeda kemudian dihitung rata-ratanya sehingga menghasilkan skor penilaian dari setiap kombinasi *framerate* dan *bitrate* seperti yang tercantum pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan AVC dan HEVC setiap *Fraserate* dan *Bitrate* Standar ITU-T P.910

Pada AVC, skor penilaian subjektif pada *framerate* 25 fps dan *bitrate* 1500 Kbps adalah 3,28 sedangkan pada HEVC mencapai 3,98. Pada AVC, skor penilaian subjektif pada *framerate* 30 fps dan *bitrate* 1500 Kbps adalah 3,38 sedangkan pada HEVC mencapai 3,86. Pada AVC, skor penilaian subjektif pada *framerate* 25 fps dan *bitrate* 2500 Kbps adalah 3,63 sedangkan pada HEVC mencapai 3,90. Pada AVC, skor penilaian subjektif pada *framerate* 30 fps dan *bitrate* 2500 Kbps adalah 3,75 sedangkan pada HEVC mencapai 4,04. Hal ini menunjukkan bahwa skor kualitas HEVC mengungguli AVC dari semua kombinasi *framerate* dan *bitrate* yang diterapkan.

Kemudian, untuk menentukan kesimpulan dari penilaian subjektif menggunakan standar ITU-T P.910, maka peneliti menghitung rata-rata dari nilai akhir setiap kombinasi *framerate* dan *bitrate*. Hasil dari rata-rata tersebut, diperoleh perbandingan antara skor penilaian AVC dengan HEVC, seperti yang tercantum pada Gambar 4.

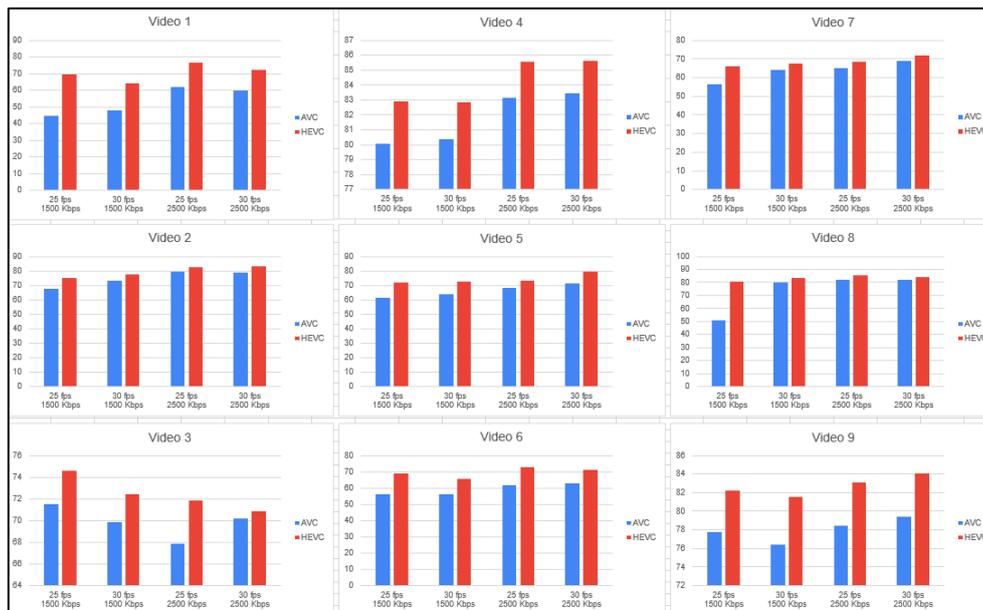


Gambar 4. Hasil Penilaian Subjektif Standar ITU-T P.910

Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa codec video AVC hanya mendapatkan skor sebesar 3,51 dan HEVC lebih unggul yaitu 3,94.

B. Standar ITU-T P.913

Berdasarkan hasil perbandingan pada Gambar 5, di setiap sampel video ke-1 hingga video ke-9, codec video HEVC memiliki nilai yang lebih unggul dibanding codec video AVC dari setiap kombinasi *framerate* dan *bitrate* yang telah ditentukan. Hasil rata-rata dari penilaian responden kemudian digabungkan ke dalam Tabel VI untuk memudahkan dalam menganalisis hasil penelitian.

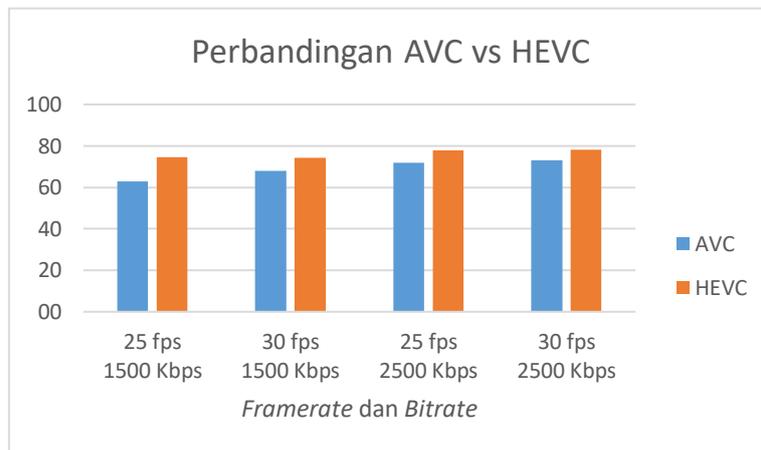


Gambar 5. Perbandingan AVC dan HEVC Standar P.913 Setiap Video

TABLE VI
RANGKUMAN HASIL PENELITIAN SUBJEKTIF STANDAR ITU-T P.913

Standar ITU-T P.910													
Video			1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rerata	
Rata-Rata	AVC	25 fps 1500 Kbps	44,7	67,7	71,5	80,1	61,5	56,2	56,3	50,7	77,7	62,9	69,0
		30 fps 1500 Kbps	47,7	73,4	69,8	80,4	63,9	56,4	64,2	79,9	76,4	68,0	
		25 fps 2500 Kbps	62,2	79,3	67,8	83,2	67,9	61,7	64,9	82,2	78,4	72,0	
		30 fps 2500 Kbps	59,8	79,1	70,2	83,5	71,1	62,8	68,9	82,3	79,4	73,0	
	HEVC	25 fps 1500 Kbps	69,5	75,1	74,6	82,9	72,1	69,1	65,9	80,5	82,2	74,7	76,2
		30 fps 1500 Kbps	64,4	77,8	72,4	82,8	72,8	65,5	67,4	83,2	81,6	74,2	
		25 fps 2500 Kbps	76,3	82,6	71,8	85,6	73,5	72,6	68,4	85,8	83,1	77,7	
		30 fps 2500 Kbps	72,3	83,1	70,9	85,6	79,5	71,1	72,1	84,2	84,1	78,1	

Dalam Tabel VI, hasil penelitian di kelompokkan berdasarkan codec video HEVC dan AVC, di mana setiap codec video diuji dalam 4 kombinasi *framerate* dan *bitrate* yang berbeda di setiap video sampel. Hasil dari setiap video sampel pada masing-masing kombinasi *framerate* dan *bitrate* yang berbeda kemudian dihitung rata-ratanya sehingga menghasilkan skor penilaian dari setiap kombinasi *framerate* dan *bitrate*.

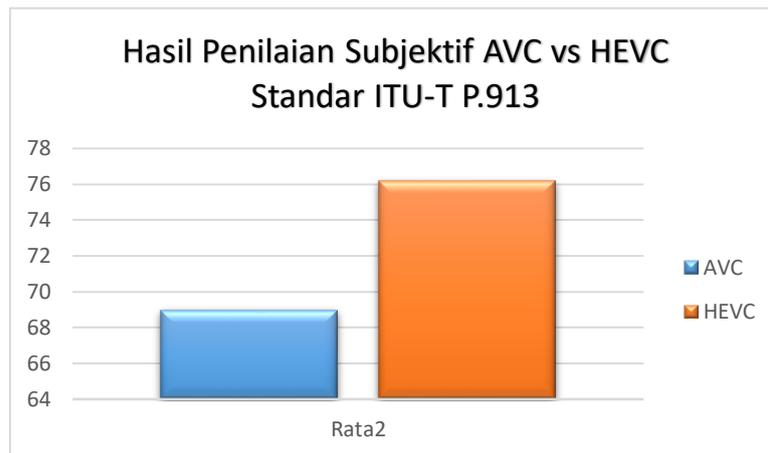


Gambar 6. Perbandingan AVC dan HEVC setiap *Fraserate* dan *Bitrate* Standar ITU-T P.913

Pada Gambar 6, skor penilaian subjektif AVC pada *framerate* 25 fps dan *bitrate* 1500 Kbps adalah 62,9 sedangkan pada HEVC mencapai 74,7. Pada AVC, skor penilaian subjektif pada *framerate* 30 fps dan *bitrate* 1500 Kbps adalah 68,0 sedangkan pada HEVC mencapai 74,2. Pada AVC, skor penilaian subjektif pada *framerate* 25 fps dan *bitrate* 2500 Kbps adalah 72,0 sedangkan pada HEVC mencapai 77,7. Pada AVC, skor penilaian subjektif pada *framerate* 30 fps dan *bitrate* 2500 Kbps adalah 73,0 sedangkan pada HEVC mencapai

78,1. Hal ini menunjukkan bahwa skor kualitas HEVC mengungguli AVC dari semua kombinasi *framerate* dan *bitrate* yang diterapkan.

Kemudian, untuk menentukan kesimpulan dari penilaian subjektif menggunakan standar ITU-T P.913, maka peneliti menghitung rata-rata dari nilai akhir setiap kombinasi *framerate* dan *bitrate*. Hasil dari rata-rata tersebut, diperoleh perbandingan antara skor penilaian AVC dengan HEVC. Pada Gambar 7, terlihat hasil perbandingannya bahwa codec video AVC hanya mendapatkan skor sebesar 69,0 dan HEVC lebih unggul yaitu 76,2.



Gambar 7. Hasil Penilaian Subjektif Standar ITU-T P.913

Berdasarkan hasil penelitian subjektif dengan 2 standar yang berbeda, menunjukkan bahwa codec video HEVC lebih unggul daripada codec video AVC. Hasil dari penilaian tersebut selanjutnya diintegrasikan ke dalam tabel 3 tentang penyetaraan hasil penelitian di mana akan dilakukan pembulatan pada skor akhir penilaian setiap codec video. Codec video AVC mendapatkan skor sebesar 3,51 pada standar ITU-T P.910 yang dibulatkan menjadi 4 sehingga kualitas codec video ada pada level Good dan 69,0 yang dibulatkan menjadi 69 pada standar ITU-T P.913 yang berarti kualitasnya ada pada level Good. Sedangkan codec video HEVC mendapatkan skor sebesar 3,94 pada standar ITU-T P.910 yang dibulatkan menjadi 4 sehingga kualitasnya ada pada level Good dan 76,2 yang dibulatkan menjadi 76 pada standar ITU-T P.913 yang berarti ada pada kualitas Good. Dari sisi degradasi gambar, artinya seberapa mengganggu tampilan gambar menurut responden, menggunakan standar ITU-T P.910 dan standar ITU-T P.913 memperoleh hasil bahwa degradasi gambar ada pada level Terlihat, tapi Tidak Mengganggu. Hal ini berlaku untuk kedua codec video yang sedang dibandingkan. Jadi, hasil penilaian codec video AVC dan HEVC memperoleh hasil bahwa kualitas kedua codec video tersebut ada pada level Good, baik menggunakan standar ITU-T P.910 dan ITU-T P.913.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka memperoleh hasil yaitu, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kompresi dari format video asli ke AVC adalah 17 menit 2 detik, sedangkan kompresi ke format HEVC membutuhkan waktu selama 38 menit 55 detik. Pada standar ITU-T P.910, codec video AVC mendapatkan skor sebesar 3,51 sedangkan codec video HEVC mendapatkan skor sebesar 3,94 sehingga kedua codec tersebut berada pada kualitas Good. Pada standar ITU-T P.913, codec video AVC mendapatkan skor sebesar 69,0 sedangkan codec video HEVC mendapatkan skor sebesar 76,2 sehingga kedua codec tersebut berada pada kualitas Good. Berdasarkan skor yang diperoleh codec video AVC dan HEVC pada kedua standar yang digunakan, maka degradasi gambar yang ada menurut responden berada di level Terlihat, tetapi Tidak Mengganggu.

Berdasarkan hasil skor penelitian menunjukkan bahwa kualitas video AVC dan HEVC sama baiknya dan degradasi gambar yang terlihat tidak cukup mengganggu bagi penonton. Namun, terdapat perbedaan skor antara AVC dan HEVC, di mana codec video HEVC mendapatkan skor yang lebih tinggi, artinya kualitas HEVC sedikit lebih tinggi dibanding AVC. Namun demikian, kekurangan HEVC terdapat pada waktu kompresi yang 21 menit 53 detik lebih lama dibanding codec video AVC, sehingga hal ini dapat menjadi salah satu faktor tingkat adopsi HEVC masih rendah jika dibandingkan dengan AVC.

REFERENCES

- [1] I. Saputra, H. Mukhtar, and J. Al Amien, "Analisis Perbandingan Performa Codec H.264 & H.265 Video Streaming Dari Segi Quality of Service," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 2, no. 1, 2021, doi: 10.37859/coscitech.v2i1.2190.
- [2] J. B. A. J. GREEN, *YouTube: Online Video and Participatory Culture Second Edition*, vol. 53, no. 9. 2018.
- [3] S. Kemp, 2021, "DIGITAL 2021 INDONESIA."
- [4] "The biggest challenges Innovation Machine learning & artificial intelligence Encoding Video codecs Audio codecs Streaming formats Low latency Live streaming CDN solution Content-aware encoding," 2021 [Online]. Available: www.bitmovin.com
- [5] M. S. Wahyuni Lubis, *Penerapan Algoritma Levenstein Pada Aplikasi Kompresi File Gambar*, vol. 8. Bushra Arshad, 2016.
- [6] A. Shafira Tubagus, R. Saepul Mahdi, A. Rizal, and A. Suharso, "Analisis Perbandingan Teknik Video Codec H.264/AVC, H.265/HEVC, VP9 dan AV1," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.29408/edumatic.v5i2.3850.
- [7] "The biggest challenges Innovation and priorities Artificial intelligence and machine learning Encoding Video codecs Audio codecs Streaming formats Low latency CDN Content-aware encoding Codebase Platform and device support," 2022.
- [8] Y. A. Syahbana and M. Akbar, "Pengaruh Frame yang Hilang pada Kualitas Video Konten Head-and-Shoulder dalam Layanan VoD," 2017. [Online]. Available: <http://jurnal.pcr.ac.id>
- [9] M. Jayaratne, P. Dhananjaya Gunawardhana, and U. Samarathunga, "Comparison of H.264 and H.265," *The Asian Institute of Research Engineering and Technology Quarterly Reviews*, vol. 5, no. 1, pp. 17–24, 2022, [Online]. Available: <https://ssrn.com/abstract=4104336>
- [10] K. Om, T. McGill, M. Dixon, K. W. Wong, and P. Koutsakis, "H.264 and H.265 video traffic modeling using neural networks," *Comput Commun*, vol. 184, 2022, doi: 10.1016/j.comcom.2021.12.014.
- [11] A. Rizal, A. Suharso, P. Abujabbar, and Munir, "Objective Quality Assessment of Multi-Resolution Video based on H.264/AVC and H.265/HEVC Encoding," in *Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019*, European Alliance for Innovation, 2020. doi: 10.4108/eai.12-10-2019.2296550.
- [12] F. Fathul 'alam, R. Purnamasari, R. Yunendah, and N. Fuadah, "ANALISIS PERFORMANSI VIDEO ENCODER DAN DECODER (CODEC) HIGH EFFICIENCY VIDEO CODING DAN ADVANCED VIDEO CODING PADA VIDEO DIGITAL PERFORMANCE ANALYSIS OF

VIDEO ENCODER AND DECODER (CODEC) HIGH EFFICENCY VIDEO CODING AND
ADVANCED VIDEO CODING OF DIGITAL VIDEO,” 2018.

- [13] W. Abdillah, *Metode Penelitian Terpadu Sistem Informasi, Pemodelan Teoretis, Pengukuran, dan Pengujian Statis*. 2018.
- [14] Z. Li, A. Aaron, A. Katsavounidis, Ioannis Moorthy, and M. Manohara, “Toward A Practical Perceptual Video Quality Metric,” *Netflix Blog*, 2016.
- [15] Itu-t, “ITU-T Rec. P.910 (11/2021) Subjective video quality assessment methods for multimedia applications,” 2021. [Online]. Available: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11>
- [16] T. Rahim and S. Y. Shin, “Subjective evaluation of Ultra-high Definition (UHD) videos,” *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, vol. 14, no. 6, pp. 2464–2479, Jun. 2020, doi: 10.3837/tiis.2020.06.008.
- [17] A. Haryadi and Y. Suyanto, “264 Menggunakan Metode Prediksi Temporal Article in IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems),” 2012, doi: 10.22146/ijeis.2435.