

Analisis Performansi Media Penyimpanan Data IP Camera Menggunakan Metode PPDIOO

Ayu Vidiya Wati ^{1*}, I Putu Hariyadi ¹ dan Lalu Zazuli Azhar Mardedi ¹

¹ Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Bumigora, Indonesia

* Korespondensi: ayuvidiyawati@gmail.com

Sitasi: A V. Wati, I. P. Hariyadi, and L. Z. A. Mardedi, "Analisis Performansi Media Penyimpanan Data IP Camera Menggunakan Metode PPDIOO", *Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, vol. 8, no. 3, pp. 579-597, 2026.
<https://doi.org/10.35746/jtim.v8i3.1046>

Diterima: 23-05-2026
Direvisi: 18-07-2026
Disetujui: 28-07-2026



Copyright: © 2026 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Abstract. Closed-Circuit Television (CCTV) systems operating continuously for 24 hours generate large volumes of video data, requiring storage media that provide stable performance and high reliability under continuous workloads. Although dedicated CCTV hard disk drives (HDDs) are widely deployed in surveillance systems, studies that directly compare their performance with standard Personal Computer (PC) HDDs in Internet Protocol (IP) Camera-based surveillance environments remain limited. This study aims to analyze and compare the performance of these two storage media using the Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, and Optimize (PPDIOO) methodology. The experimental setup consisted of 10 Hikvision IP cameras with 1080p resolution connected to a Network Video Recorder (NVR). Performance evaluation was conducted based on sequential write speed, recording stability, frame drops, operating temperature, and storage capacity utilization. Testing was performed using CrystalDiskMark, iVMS-4200, Hik-Connect, and Hard Disk Sentinel. The results demonstrate that the dedicated CCTV HDD provides more stable performance than the standard PC HDD. The CCTV HDD achieved a sequential write speed of 206.67–207.00 MB/s, while the PC HDD reached 205.10–205.85 MB/s. During continuous recording, the CCTV HDD experienced only one dropped frame, whereas the PC HDD recorded approximately four to six dropped frames. In addition, the CCTV HDD maintained a more stable operating temperature throughout the 24-hour recording period. Storage capacity analysis indicated that a surveillance system with 10 cameras operating at a bitrate of 4 Mbps requires approximately 422 GB of storage per day or 11.6 TB for one month. The main contribution of this study is a comprehensive performance evaluation of dedicated CCTV storage compared with conventional PC HDDs, providing practical recommendations for selecting reliable storage media in IP Camera-based surveillance systems.

Keywords: CCTV; IP Camera; Surveillance Storage; Hard Disk Drive; Performance Analysis.

Abstrak. Sistem *Closed Circuit Television* (CCTV) yang beroperasi selama 24 jam menghasilkan data *video* dalam jumlah besar sehingga memerlukan media penyimpanan yang memiliki performa stabil dan mampu bekerja secara kontinu. Meskipun *harddisk* khusus CCTV telah banyak digunakan pada sistem pengawasan, masih terbatas penelitian yang mengevaluasi secara langsung perbedaan performanya dibandingkan *harddisk Personal Computer* (PC) standar pada implementasi sistem *Internet Protocol* (IP) Camera dengan beban perekaman berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan performa kedua jenis media penyimpanan tersebut menggunakan metode *Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize* (PPDIOO). Pengujian dilakukan pada sistem yang terdiri atas 10 unit IP Camera Hikvision beresolusi 1080p yang terhubung ke *Network Video Recorder* (NVR). Parameter yang dianalisis meliputi kecepatan penulisan data, stabilitas perekaman *video*, *frame drop*, suhu operasional, serta penggunaan kapasitas penyimpanan. Pengujian memanfaatkan aplikasi *CrystalDiskMark*, *iVMS-4200*, *Hik-Connect*, dan *Hard Disk Sentinel*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *harddisk* khusus CCTV memiliki performa

yang lebih stabil dibandingkan *harddisk* PC. Kecepatan penulisan *harddisk* CCTV mencapai 206,67–207,00 MB/s, sedangkan *harddisk* PC sebesar 205,10–205,85 MB/s. *Harddisk* CCTV hanya mengalami 1 *frame drop*, sementara *harddisk* PC mengalami 4–6 *frame drop*, serta menunjukkan suhu operasional yang lebih stabil selama perekaman 24 jam. Selain itu, sistem dengan 10 kamera dan *bitrate* 4 Mbps memerlukan kapasitas penyimpanan sekitar 422 GB per hari atau 11,6 TB per bulan. Kontribusi penelitian ini adalah memberikan evaluasi komprehensif terhadap performa media penyimpanan khusus CCTV dibandingkan *harddisk* umum sebagai dasar pemilihan media penyimpanan yang lebih optimal untuk sistem pengawasan berbasis *IP Camera*.

Kata kunci: CCTV; *IP Camera*; *Surveillance Storage*; *Hard Disk Drive*; *Performance Analysis*.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi saat ini sangat berkembang pesat. Semua aspek baik sosial, pendidikan, budaya, hingga hukum membutuhkan teknologi informasi. Hal ini menjadi pembuktian bahwa teknologi informasi sangat penting di era modern saat ini [1]. Teknologi menciptakan terobosan baru baik alat, hingga produk yang dapat membuat pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, salah satu terobosan teknologi informasi yang banyak digunakan oleh masyarakat saat ini adalah *Closed Circuit Television (CCTV)*. CCTV merupakan teknologi menggunakan kamera yang dapat merekam lingkungan sekitar serta sinyalnya tidak didistribusikan secara publik melainkan privasi namun tetap dipantau dan dihubungkan dengan sistem pantauan televisi lain yang dapat diakses sewaktu-waktu untuk tujuan pengawasan dan keamanan. CCTV telah menjadi komponen penting dari sistem keamanan di berbagai tempat, seperti area publik, lalu lintas, perkantoran, dan rumah tangga [2]. Implementasi CCTV ini diyakini mampu menekan angka kriminalitas serta meningkatkan responsivitas aparat keamanan dalam menangani kejadian di ruang publik [3].

Seiring dengan kemajuan digitalisasi, sistem ini telah berevolusi menjadi jaringan berbasis *Internet Protocol (IP)* [4]. Semakin berkembangnya teknologi dari perangkat CCTV ini, mengakibatkan penggunaannya pun semakin luas. Jika dibandingkan dengan kamera CCTV, *IP Camera* lebih efisien dan mudah dalam pemasangannya karena konektivitasnya yang berbasis *Internet Protocol*. Selain kelebihan yang dimiliki oleh perangkat *IP Camera*, juga memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan yang pertama adalah ketika terpasang langsung ke *Internet*, kemungkinan besar pihak lain akan bisa mengakses sistem pada *IP Camera* tersebut, sehingga rentan untuk *hacking* dari jarak jauh [5]. *IP Camera* merupakan sebuah kamera pengawas yang terhubung langsung ke *Internet*. Tidak membutuhkan *control room* untuk memantau, karena *IP Camera* menggunakan *Network Video Recorder (NVR)*. NVR sebagai media penyimpanan [6][7][8].

Sistem CCTV yang menggunakan DVR biasanya menyimpan hasil perekaman dari kamera di dalam sebuah *harddisk*. Untuk kondisi yang paling ideal, perekaman harus selalu dilakukan setiap waktu. NVR berfungsi sebagai perangkat penyimpanan dan pengolah data *video* yang diterima dari kamera CCTV [7]. Namun kondisi ini dapat menyebabkan adanya kebutuhan media penyimpanan yang cukup besar [8]. Kondisi tersebut menuntut penggunaan media penyimpanan yang tidak hanya memiliki kapasitas besar, tetapi juga mampu bekerja secara stabil dalam jangka waktu panjang dengan beban kerja yang tinggi. Pada praktiknya, pemilihan media penyimpanan sering kali hanya mempertimbangkan kapasitas dan harga tanpa memperhatikan karakteristik beban kerja perekaman *video* secara kontinu. Hal tersebut berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, seperti penurunan kecepatan penulisan data, *frame drop* pada hasil rekaman, peningkatan suhu operasional, hingga kegagalan penyimpanan data. Permasalahan tersebut tentu dapat menurunkan efektivitas sistem pengawasan dan menyebabkan hilangnya data rekaman penting.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas sistem pengawasan berbasis CCTV maupun IP Camera. Perbandingan kinerja dan keandalan sistem pengawas antara CCTV konvensional dan IP Camera dengan mengevaluasi aspek efisiensi biaya, kemudahan penggunaan, fleksibilitas, serta kemampuan mendeteksi kejadian [9]. Pemanfaatan CCTV analog pada sistem *monitoring* keamanan ruangan berbasis *mobile web* dengan penerapan sebanyak 24 (duapuluh empat) titik kamera [10]. Selanjutnya, analisis pemilihan sistem CCTV sebagai alat keamanan untuk penggunaan di lingkungan perumahan dan perkantoran dengan membandingkan teknologi CCTV analog dan CCTV digital (IP Camera) [11]. Penelitian ini mengevaluasi perbedaan dari aspek kualitas gambar, kemudahan instalasi, akses *monitoring*, keamanan data, biaya implementasi, serta kesesuaian penggunaan berdasarkan kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CCTV digital atau IP Camera memiliki keunggulan dalam kualitas *video*, akses *real-time* melalui perangkat *mobile*, serta fleksibilitas penggunaan, meskipun membutuhkan biaya yang lebih tinggi. Analisis kebutuhan kapasitas penyimpanan pada DVR Hikvision Turbo HD 7200 Series untuk sistem CCTV dengan 4 (empat) kamera [8]. Penelitian ini menganalisis hubungan antara pengaturan *frame rate*, rasio kompresi *video*, dan kebutuhan kapasitas *harddisk* selama proses perekaman selama 7 (tujuh) hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan nilai *frame rate* akan meningkatkan rasio kompresi *video* serta kebutuhan penyimpanan, dan *harddisk* berkapasitas 500 GB dinilai cukup untuk menyimpan hasil rekaman 4 (empat) kamera dengan total penggunaan ruang sebesar 442,968 GB selama satu siklus perekaman.

Berdasarkan hasil telaah terhadap penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian masih berfokus pada implementasi sistem CCTV, perbandingan teknologi CCTV analog dan IP Camera, maupun analisis kapasitas penyimpanan berdasarkan konfigurasi *bitrate* dan *frame rate*. Penelitian-penelitian tersebut belum mengevaluasi secara komprehensif performa media penyimpanan sebagai komponen utama dalam menjaga kontinuitas perekaman *video*, khususnya melalui perbandingan *harddisk* PC standar dan *harddisk* khusus CCTV pada sistem IP Camera yang beroperasi secara kontinu selama 24 jam. Padahal karakteristik performa seperti kecepatan penulisan data, stabilitas perekaman, *frame drop*, suhu operasional, dan penggunaan kapasitas penyimpanan merupakan parameter penting yang menentukan keandalan sistem pengawasan. Oleh karena itu penelitian ini mengisi *research gap* tersebut dengan melakukan analisis performansi media penyimpanan menggunakan implementasi sistem CCTV berbasis metode *Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize* (PPDIOO).

Permasalahan tersebut juga ditemukan pada *Commanditaire Vennootschap* (CV) yang menjadi lokasi penelitian ini yaitu sebuah perusahaan yang bergerak di bidang penjualan retail alat-alat komputer. Aktivitas operasional perusahaan yang meliputi transaksi jual beli, keluar masuk barang, serta interaksi dengan pelanggan memerlukan sistem keamanan yang mampu melakukan pemantauan secara berkelanjutan. Sistem CCTV yang digunakan di perusahaan ini melakukan proses perekaman selama 24 jam sehingga menghasilkan data rekaman *video* dalam jumlah besar. Penggunaan media penyimpanan yang kurang sesuai berpotensi menyebabkan penurunan performansi perekaman, seperti *frame drop*, penurunan kecepatan penulisan data, serta risiko kerusakan *harddisk* akibat beban kerja yang tinggi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan analisis terhadap performansi media penyimpanan pada sistem IP Camera dengan membandingkan penggunaan *harddisk* PC standar dan *harddisk* khusus CCTV. Penelitian ini menggunakan metode PPDIOO untuk merancang, mengimplementasikan, serta mengevaluasi performansi kedua jenis media penyimpanan berdasarkan parameter kecepatan penulisan data, stabilitas perekaman, *frame drop*, suhu operasional, dan penggunaan kapasitas penyimpanan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi media penyimpanan yang paling optimal untuk mendukung sistem pengawasan di perusahaan.

2. Bahan dan Metode

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode PPDIOO sebagai *framework* implementasi sistem CCTV berbasis IP Camera. Metode tersebut digunakan untuk merancang, membangun, dan mengoperasikan infrastruktur jaringan CCTV sehingga lingkungan pengujian dapat berjalan sesuai rancangan. Analisis performa media penyimpanan dilakukan setelah tahap implementasi melalui eksperimen komparatif antara *harddisk* PC standar dan *harddisk* khusus CCTV berdasarkan parameter performa yang telah ditentukan.

2.2. Hipotesis Penelitian

Penelitian ini mengajukan hipotesis untuk menguji perbedaan performansi media penyimpanan pada sistem IP Camera. Hipotesis (H) yang digunakan adalah:

H0: Tidak terdapat perbedaan performansi antara *harddisk* PC standar dan *harddisk* khusus CCTV berdasarkan parameter kecepatan penulisan data, stabilitas perekaman, *frame drop*, suhu operasional, dan penggunaan kapa-sitas penyimpanan.

H1: Terdapat perbedaan performansi antara *harddisk* PC standar dan *harddisk* khusus CCTV berdasarkan parameter kecepatan penulisan data, stabilitas perekaman, *frame drop*, suhu operasional, dan penggunaan kapasitas penyimpanan.

2.3. Desain Eksperimen

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen komparatif untuk membandingkan performansi dua jenis media penyimpanan pada sistem pengawasan berbasis IP Camera. Objek penelitian adalah media penyimpanan yang terdiri atas *harddisk* PC standar Seagate Barracuda 1 TB dan *harddisk* khusus CCTV Seagate SkyHawk 1 TB yang dipasang secara bergantian pada perangkat NVR Hikvision 16 (enam belas) *channel*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis media penyimpanan yang digunakan, yaitu *harddisk* PC standar dan *harddisk* khusus CCTV. Variabel terikat meliputi kecepatan penulisan data (*sequential write speed*), stabilitas perekaman berdasarkan jumlah *frame drop*, suhu operasional *harddisk*, kesehatan media penyimpanan, serta penggunaan kapasitas penyimpanan selama proses perekaman. Adapun variabel kontrol meliputi jumlah kamera sebanyak 10 (sepuluh) unit IP Camera Hikvision beresolusi 1080p, konfigurasi *bitrate* 4 Mbps, *frame rate* 18 fps, resolusi *video* 1920 × 1080 piksel, perangkat NVR, topologi jaringan, durasi perekaman selama 24 jam, serta perangkat lunak pengujian yang digunakan, yaitu CrystalDiskMark, Hard Disk Sentinel, iVMS-4200, dan Hik-Connect. Pengendalian terhadap seluruh variabel tersebut dilakukan agar perbedaan hasil pengujian yang diperoleh hanya dipengaruhi oleh jenis media penyimpanan yang digunakan.

2.4. Tahapan Metode PPDIOO

Metode PPDIOO adalah sebuah metode pendekatan perancangan jaringan yang terdiri atas 6 tahapan yaitu *Prepare*, *Plan*, *Design*, *Implementation*, *Operate*, and *Optimize* [13]. Dari keenam tahapan yang ada, penulis menerapkan semua tahapan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) *Prepare* (Persiapan) merupakan langkah awal dalam suatu proyek pengembangan jaringan komputer, di mana peneliti mengevaluasi kebutuhan organisasi dan bisnis dengan melakukan analisis terhadap jaringan komputer yang sedang beroperasi.
- b) *Plan* (Perencanaan) merupakan fase di mana peneliti mengidentifikasi persyaratan jaringan, fasilitas, dan tujuan organisasi secara rinci. Pada tahap ini, rencana dihasilkan, mulai dari evaluasi perangkat jaringan yang sudah ada hingga penetapan kebutuhan yang dibutuhkan.

- c) *Design* (Perancangan) adalah tahap di mana peneliti membuat pemetaan topologi dan arsitektur jaringan yang akan diimplementasikan. Melalui perancangan ini, peneliti merinci bagaimana sistem jaringan akan diimplementasikan dan bagaimana setiap komponen akan berinteraksi.
- d) *Implementation* (Implementasi) adalah langkah di mana peneliti mengubah rencana dan desain menjadi kenyataan dengan melakukan instalasi dan konfigurasi perangkat jaringan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.
- e) *Operate* (Operasional) adalah pengujian untuk tahap sebelumnya yaitu desain. Pada fase ini dilakukan pengamatan dan pemeliharaan terhadap sistem jaringan yang sudah terpasang sehingga dapat berjalan dengan baik dan melakukan perbaikan jika ditemukan kerusakan pada perangkat
- f) *Optimize* (Optimalisasi) adalah tahap untuk meningkatkan kualitas sistem jaringan agar kinerja jaringan semakin optimal. Dalam tahap ini, evaluasi terus-menerus dilakukan untuk mengidentifikasi peluang peningkatan, baik dari segi efisiensi, keamanan, maupun inovasi teknologi jaringan.

2.5. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan pada sistem CCTV berbasis IP Camera yang terdiri atas 10 (sepuluh) unit IP Camera Hikvision beresolusi 1080p (2 MP) yang terhubung dengan NVR Hikvision 16 channel menggunakan topologi jaringan star. Seluruh kamera dikonfigurasi menggunakan resolusi 1920×1080 piksel, *bitrate* 4 Mbps, dan *frame rate* 18 fps. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang sama, yaitu *CrystalDiskMark*, *Hard Disk Sentinel*, iVMS-4200, dan *Hik-Connect*, sehingga perbedaan hasil pengujian hanya dipengaruhi oleh jenis media penyimpanan yang digunakan, yaitu *harddisk* PC Seagate Barracuda 1 TB dan *harddisk* khusus CCTV Seagate SkyHawk 1 TB. Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis berdasarkan parameter kecepatan penulisan data (*sequential write speed*), stabilitas perekaman (*frame drop*), suhu operasional, kesehatan *harddisk*, dan penggunaan kapasitas penyimpanan.

2.6. Metode Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif menggunakan nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, serta persentase perbedaan performa antar media penyimpanan. Nilai mean dihitung untuk mengetahui kecenderungan performa setiap parameter, sedangkan standar deviasi digunakan untuk mengetahui tingkat kestabilan hasil pengujian. Persentase perbedaan digunakan untuk membandingkan peningkatan performa *harddisk* CCTV terhadap *harddisk* PC.

Rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\% = \frac{A - B}{B} \times 100$$

2.7. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dalam penelitian ini mengacu pada metode yang digunakan, yaitu pendekatan terstruktur yang meliputi beberapa tahapan, mulai dari *prepare*, *plan*, *design*, hingga *implement*. Dalam perancangan ini, sistem CCTV dirancang menggunakan teknologi IP Camera yang terhubung dengan perangkat NVR melalui jaringan lokal. Selain itu, perancangan juga mencakup penentuan kebutuhan perangkat keras dan

perangkat lunak, topologi jaringan yang digunakan, serta mekanisme penyimpanan dan pengelolaan data hasil rekaman.

2.7.1. *Prepare*

Pada tahap *prepare* dilakukan identifikasi kebutuhan sistem CCTV yang akan digunakan dalam penelitian. Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan menganalisis perangkat yang digunakan dalam sistem pengawasan meliputi kamera, perangkat perekam dan jaringan serta media penyimpanan data. Sistem CCTV pada penelitian ini menggunakan 10 (sepuluh) unit *IP Camera* yang terhubung ke NVR *Hikvision* melalui jaringan lokal. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis *harddisk* sebagai objek analisis performansi yaitu: *harddisk* PC dengan kapasitas 1TB dan *harddisk* CCTV *Skyhawk* dengan kapasitas 1TB. Selain perangkat penyimpanan, sistem juga membutuhkan perangkat pendukung lainnya seperti *router*, *switch* jaringan, *monitor*, dan *smartphone* untuk proses *monitoring*.

2.7.2. *Plan*

Pada tahap *plan* merupakan tahap perencanaan yang dilakukan setelah proses identifikasi kebutuhan sistem pada tahap *prepare*. Dalam penelitian ini, tahap perencanaan dilakukan untuk menentukan konfigurasi sistem CCTV yang akan digunakan untuk menganalisis performansi media penyimpanan pada sistem pengawasan berbasis *IP Camera*. Beberapa kegiatan yang dilakukan pada tahap *plan* antara lain sebagai berikut:

a. Perencanaan Jumlah Perangkat CCTV

Pada tahap ini ditentukan jumlah perangkat yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu sebanyak 10 (sepuluh) unit *IP Camera* yang akan terhubung ke NVR *Hikvision* sebagai pusat perekaman *video*.

b. Perencanaan Topologi Jaringan

Topologi jaringan yang digunakan dalam sistem CCTV adalah topologi *star*, di mana seluruh kamera terhubung ke satu perangkat pusat yaitu NVR melalui jaringan lokal menggunakan *switch*.

c. Perencanaan Media Penyimpanan

Penelitian ini menggunakan dua jenis media penyimpanan sebagai objek analisis performansi yaitu: *harddisk* PC dengan kapasitas 1TB dan *harddisk* CCTV *Skyhawk* dengan kapasitas 1TB.

d. Perencanaan Metode Pengujian Sistem

Monitoring sistem CCTV dilakukan menggunakan *monitor* yang terhubung langsung ke NVR atau menggunakan *smartphone* melalui aplikasi *monitoring* CCTV untuk memastikan seluruh kamera dapat berfungsi dengan baik selama proses pengujian.

Dalam perancangan sistem CCTV, diperlukan beberapa perangkat keras (*hardware*) yang mendukung proses perekaman, penyimpanan, dan *monitoring* *video*. Tabel 1 memperlihatkan spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam penelitian sistem CCTV di perusahaan.

Tabel 1. Spesifikasi CCTV

No	Perangkat	Jumlah	Spesifikasi
1	Network Video Recorder (NVR)	1 Unit	Hikvision NVR 16 channel
2	Kamera	10 Unit	Hikvision IP Camera 2MP
3	Harddisk PC	1 Unit	Seagate Barracuda 1TB
4	Harddisk CCTV	1 Unit	Seagate Skyhawk 1TB
5	Router	1 Unit	Router LAN

No	Perangkat	Jumlah	Spesifikasi
6	Switch	1 Unit	Switch 16 Port
7	Monitor	1 Unit	LED Monitor
8	Smartphone	1 Unit	Android/iOS (Hik-Connect)

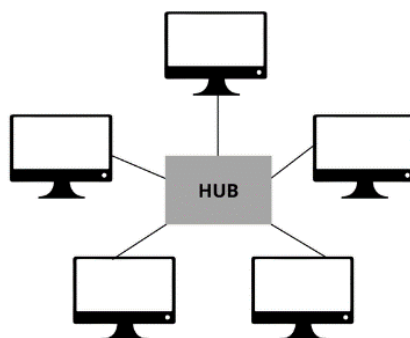
Berdasarkan tabel 1 tersebut, sistem CCTV yang dirancang menggunakan 10 (sepuluh) unit kamera IP dengan resolusi 2MP yang terhubung ke NVR *Hikvision* berkapasitas 16 *channel*. Selain perangkat keras, terdapat pula kebutuhan perangkat lunak atau *software* yang dibutuhkan untuk melakukan proses perekaman serta analisis data sistem CCTV. Berikut ini merupakan spesifikasi *software* yang digunakan dalam penelitian sistem CCTV di perusahaan yaitu: *IVMS-4200*, *Hik-Connect*, *Crystal Disk Mark*, *Hard Disk Sentinel*.

2.7.3. Design

Pada tahap *design* merupakan tahap perancangan sistem berdasarkan hasil perencanaan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur jaringan dan topologi sistem CCTV serta konfigurasi perangkat yang akan digunakan dalam penelitian.

a. Perancangan Topologi Jaringan CCTV

Topologi jaringan yang digunakan pada perusahaan adalah topologi *star*, di mana seluruh *IP Camera* terhubung ke NVR sebagai pusat pengolahan dan penyimpanan data *video*. Gambar 1 menunjukkan konsep sederhana dari topologi *star* [5].

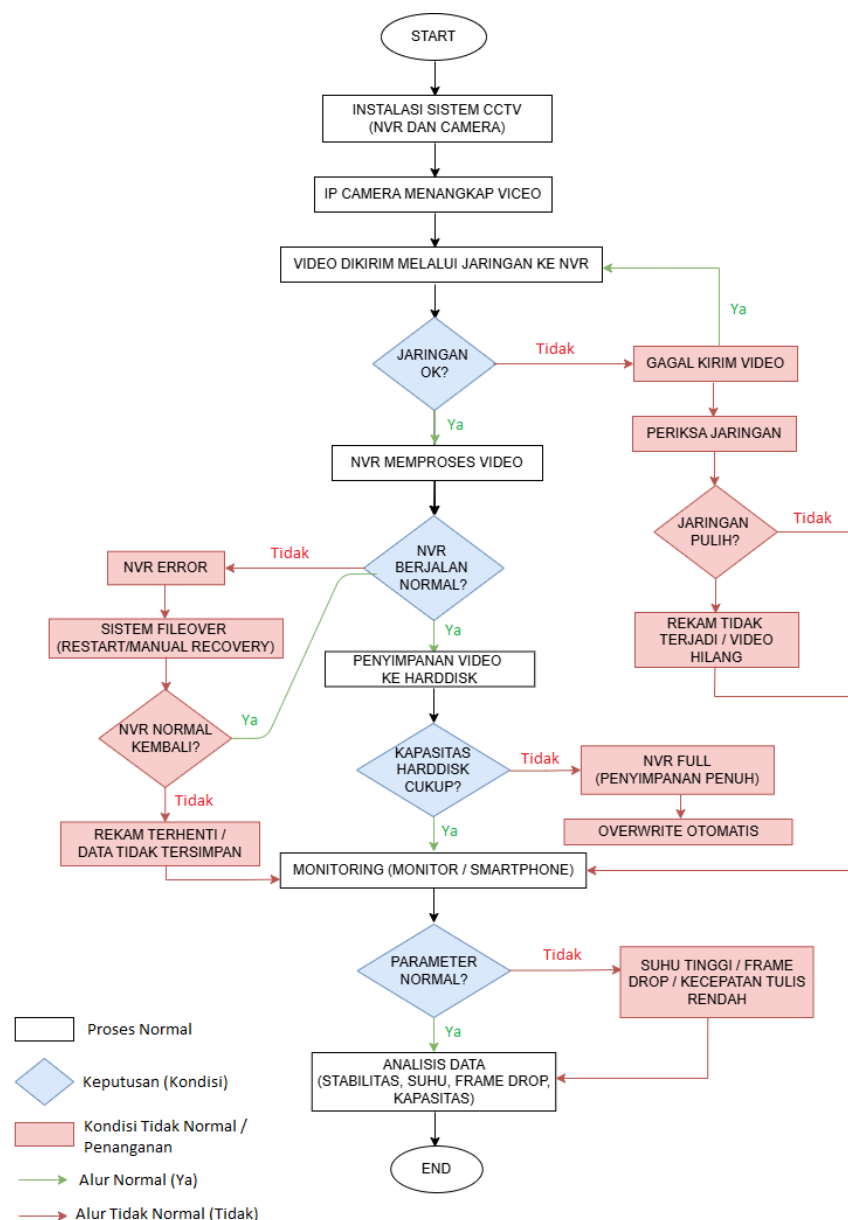


Gambar 1. Topologi *Star* (Sumber : [13])

Berdasarkan topologi jaringan yang digunakan, maka sistem *IP Camera* yang digunakan pada perusahaan pun sama. Melalui perangkat NVR, hasil rekaman *video* diubah menjadi format digital, lalu disimpan di media penyimpanan seperti *harddisk* [5].

b. Perancangan *Flowchart* Sistem CCTV

Perancangan *flowchart* sistem bertujuan untuk menggambarkan alur kerja sistem CCTV mulai dari proses pengambilan gambar oleh kamera hingga proses penyimpanan dan analisis data rekaman, seperti terlihat pada gambar 2.

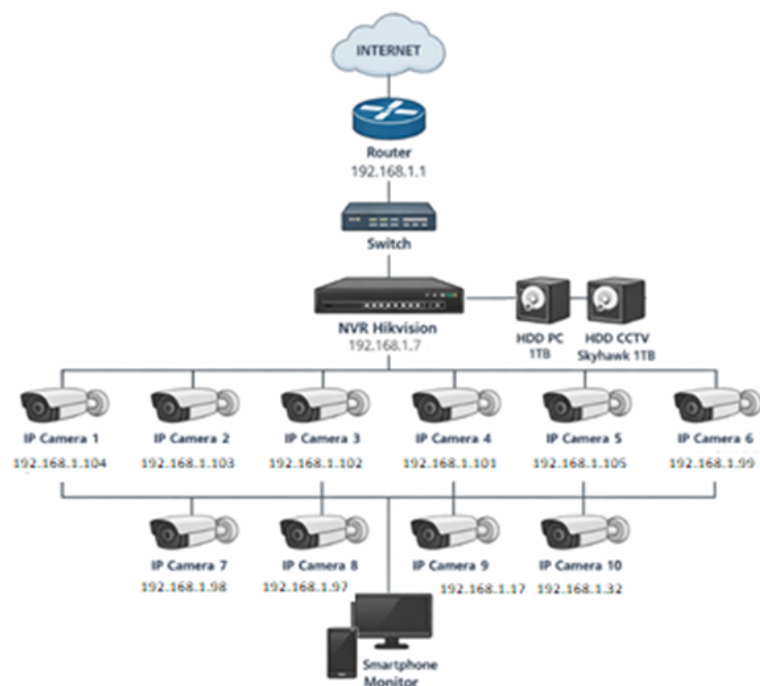


Gambar 2. Flowchart Alur CCTV

Pada sistem pengawasan berbasis CCTV ini, alur sistem dimulai dari proses perekaman *video* oleh *IP Camera* yang kemudian dikirimkan melalui jaringan menuju perangkat perekam yaitu NVR. Selanjutnya data *video* diproses oleh NVR dan disimpan ke dalam media penyimpanan berupa *harddisk* yang terpasang pada perangkat tersebut. Dengan adanya perancangan *flowchart* sistem ini, proses kerja sistem CCTV dapat digambarkan secara sistematis sehingga memudahkan dalam memahami alur penelitian yang dilakukan.

c. Perancangan *Design* Arsitektur Sistem CCTV

Arsitektur sistem dirancang untuk menggambarkan hubungan antara perangkat yang digunakan dalam sistem CCTV. Sistem terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu: *IP Camera* sebanyak 10 (sepuluh) unit sebagai perangkat pengambil gambar, NVR sebagai perangkat perekam *video*, *harddisk* sebagai media penyimpanan rekaman CCTV, *router* dan *switch* sebagai perangkat jaringan, *monitor* dan *smartphone* sebagai perangkat *monitoring*. Arsitektur sistem dirancang untuk menggambarkan hubungan antara perangkat yang digunakan dalam sistem CCTV, seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Design Arsitektur Sistem CCTV

d. Perancangan Pengalamatan IP

Pada tahap ini dilakukan perancangan pengalamatan IP untuk setiap perangkat yang terhubung dalam jaringan CCTV. Untuk keterangan pengalamatan yang digunakan pada jaringan ujicoba ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengalamatan IP

No	Perangkat	IP Address	Subnet Mask	Keterangan
1	Router	192.168.1.1	255.255.255.0	Gateway jaringan
2	Switch	-	-	Penghubung antar perangkat jaringan
3	NVR	192.168.1.7	255.255.255.0	Pusat perekaman CCTV
4	Kamera 1	192.168.1.104	255.255.255.0	Kamera area 1
5	Kamera 2	192.168.1.103	255.255.255.0	Kamera area 2
6	Kamera 3	192.168.1.102	255.255.255.0	Kamera area 3
7	Kamera 4	192.168.1.101	255.255.255.0	Kamera area 4
8	Kamera 5	192.168.1.105	255.255.255.0	Kamera area 5
9	Kamera 6	192.168.1.99	255.255.255.0	Kamera area 6
10	Kamera 7	192.168.1.98	255.255.255.0	Kamera area 7
11	Kamera 8	192.168.1.97	255.255.255.0	Kamera area 8
12	Kamera 9	192.168.1.17	255.255.255.0	Kamera area 9
13	Kamera 10	192.168.1.32	255.255.255.0	Kamera area 10

Tabel 2 menunjukkan konfigurasi pengalamatan IP pada sistem jaringan CCTV yang digunakan dalam penelitian ini. Setiap perangkat dalam jaringan, seperti *router*, *NVR*, dan kamera CCTV, diberikan alamat IP yang berada dalam satu jaringan yaitu 192.168.1.0/24 dengan *subnetmask* 255.255.255.0.

e. Perancangan Media Penyimpanan

Pada tahap ini dirancang penggunaan dua jenis *harddisk* sebagai media penyimpanan yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu *harddisk* PC *Barracuda* 1TB dan *harddisk* CCTV *Skyhawk* 1TB. Kedua *harddisk* tersebut akan digunakan untuk menyimpan rekaman CCTV dan kemudian dianalisis performansinya.

2.7.4. Implement

Pada tahap *implement* merupakan tahap penerapan dari rancangan sistem yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan proses instalasi perangkat keras serta konfigurasi sistem jaringan CCTV agar dapat berfungsi sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Dalam penelitian ini, proses *implementasi* dilakukan dengan memasang dan menghubungkan seluruh perangkat yang digunakan dalam sistem CCTV. Perangkat tersebut meliputi 10 (sepuluh) unit *IP Camera*, *NVR Hikvision*, *router*, *switch* jaringan, serta media penyimpanan berupa *harddisk*.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: pemasangan perangkat *IP camera*, pemasangan *NVR*, pemasangan media penyimpanan *harddisk*, konfigurasi jaringan CCTV, konfigurasi perekaman pada *NVR*, dan pengujian sistem. Tahap *implementasi* ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem CCTV telah terpasang dan terkonfigurasi dengan benar sehingga dapat digunakan pada tahap selanjutnya, yaitu tahap pengoperasian dan pengambilan data penelitian.

Untuk melakukan analisis performansi media penyimpanan pada sistem CCTV, dilakukan beberapa parameter pengujian. Parameter pengujian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Parameter Pengujian

No	Parameter	Tools	Tujuan
1	Kecepatan Penulisan	<i>CrystalDiskMark</i>	Mengukur kecepatan penulisan <i>harddisk</i>
2	Stabilitas Rekaman	<i>iVMS-4200</i>	Mendeteksi <i>frame drop</i> saat perekaman
3	Suhu <i>Harddisk</i>	<i>HardDisk Sentinel</i>	Mengetahui suhu operasional <i>harddisk</i>

Parameter yang dipilih bertujuan untuk mengukur performansi, kestabilan, serta kondisi operasional *harddisk* selama digunakan secara terus-menerus. Analisa data bertujuan untuk membandingkan kinerja masing-masing *harddisk* berdasarkan parameter yang telah ditentukan, sehingga dapat diketahui kelebihan dan kekurangan dari setiap jenis *harddisk* yang diuji. Hasil analisis ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam penarikan kesimpulan dan pemberian rekomendasi.

2.7.5. Operate

Pada tahap *operate* merupakan tahap pengoperasian sistem setelah proses *implementasi* selesai dilakukan. Pada tahap ini sistem CCTV yang telah terpasang akan dijalankan untuk memastikan seluruh perangkat dapat berfungsi dengan baik serta untuk melakukan proses pengambilan data penelitian. Selama tahap *operate*, dilakukan beberapa kegiatan pengujian dan pengamatan terhadap sistem, antara lain: *monitoring* perekaman CCTV, pengamatan performansi media penyimpanan, pemantauan *frame drop*, *monitoring* suhu *harddisk*, *monitoring* sistem melalui *monitor* dan *smartphone*. Data yang diperoleh dari tahap *operate* ini kemudian digunakan sebagai bahan analisis pada tahap selanjutnya untuk mengetahui performansi media penyimpanan yang digunakan dalam sistem CCTV.

2.7.6. Optimize

Pada tahap *optimize* merupakan tahap terakhir dalam metode PPDIOO yang bertujuan untuk melakukan evaluasi dan peningkatan terhadap sistem yang telah dioptimalkan. Analisis dilakukan dengan membandingkan performansi dua jenis *harddisk* yang digunakan, yaitu *harddisk* PC *Barracuda* 1TB dan *harddisk* CCTV *Skyhawk* 1TB, yang terpasang pada *NVR*. Adapun beberapa aspek yang dianalisis pada tahap ini yaitu stabilitas perekaman *video*, terjadinya *frame drop* apada rekaman CCTV, suhu operasional *harddisk*, dan performansi penyimpanan data.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, kemudian dilakukan evaluasi terhadap media penyimpanan yang digunakan untuk menentukan jenis *harddisk* yang memiliki perfor-

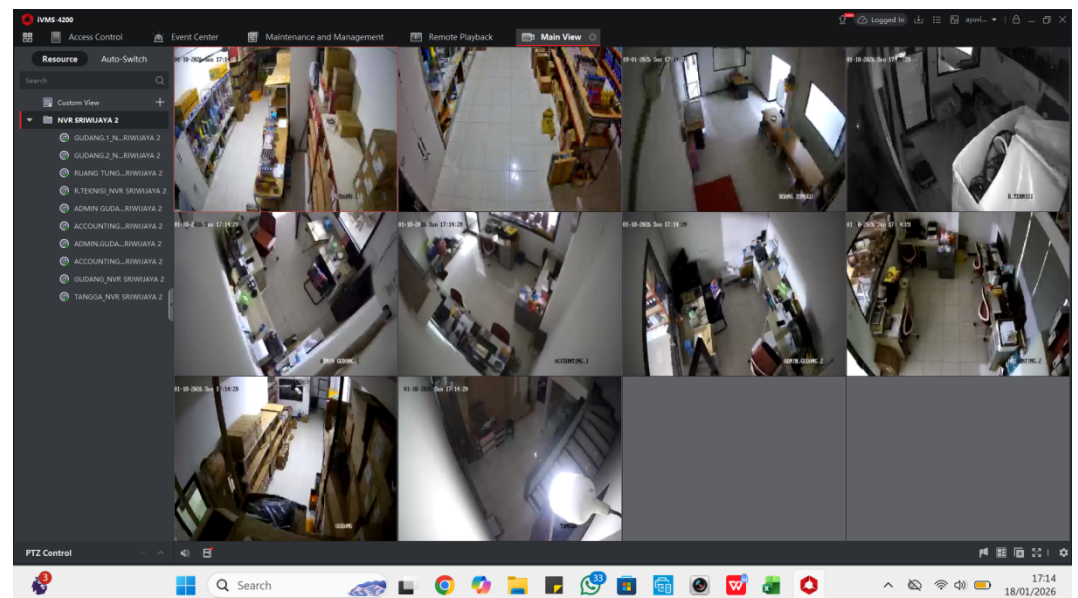
mansi lebih baik dalam mendukung sistem CCTV. Hasil dari tahap *optimize* ini digunakan sebagai dasar untuk memberikan rekomendasi mengenai penggunaan media penyimpanan yang paling sesuai untuk sistem CCTV agar dapat meningkatkan kestabilan perekaman dan keandalan sistem pengawasan.

3. Hasil

Pengujian dilakukan untuk membandingkan performansi *harddisk* PC dan *harddisk* khusus CCTV berdasarkan parameter kecepatan penulisan, stabilitas perekaman, suhu operasional, serta kapasitas penyimpanan. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui media penyimpanan yang paling optimal dalam mendukung sistem perekaman 24 jam.

3.1 Hasil Implementasi Sistem

Sebagai bagian dari tahap implementasi serta guna memastikan sistem CCTV yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik, dilakukan proses *monitoring* terhadap seluruh perangkat yang terhubung dalam sistem. *Monitoring* ini bertujuan untuk melihat apakah seluruh kamera dapat berfungsi dengan normal, menampilkan *video* secara *real-time*, serta memastikan tidak terdapat kendala pada proses transmisi maupun perekaman data. Hasil *monitoring* sistem CCTV melalui perangkat *monitor* yang terhubung ke NVR, seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Monitoring

Pada tampilan tersebut terlihat seluruh *channel* kamera aktif dan menampilkan kondisi area pengawasan secara *real-time*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil diimplementasikan dan seluruh perangkat bekerja dengan baik.

3.2 Hasil Pengujian Media Penyimpanan

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa media penyimpanan mampu bekerja secara optimal dalam menyimpan data rekaman *video* secara terus-menerus. Parameter yang diuji meliputi kecepatan tulis, stabilitas perekaman, serta suhu operasional *harddisk* selama proses penggunaan. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Media Penyimpanan

Hasil Uji Coba		
Parameter	Metode Uji	Tools
Kecepatan Tulis	<i>Sequential Write</i>	<i>CrystalDiskMark</i>
Stabilitas Rekam	<i>Continuous Recording</i>	<i>iVMS-4200</i>
Suhu Operasional	<i>Monitoring 24 Jam</i>	<i>Hard Disk Sentinel</i>

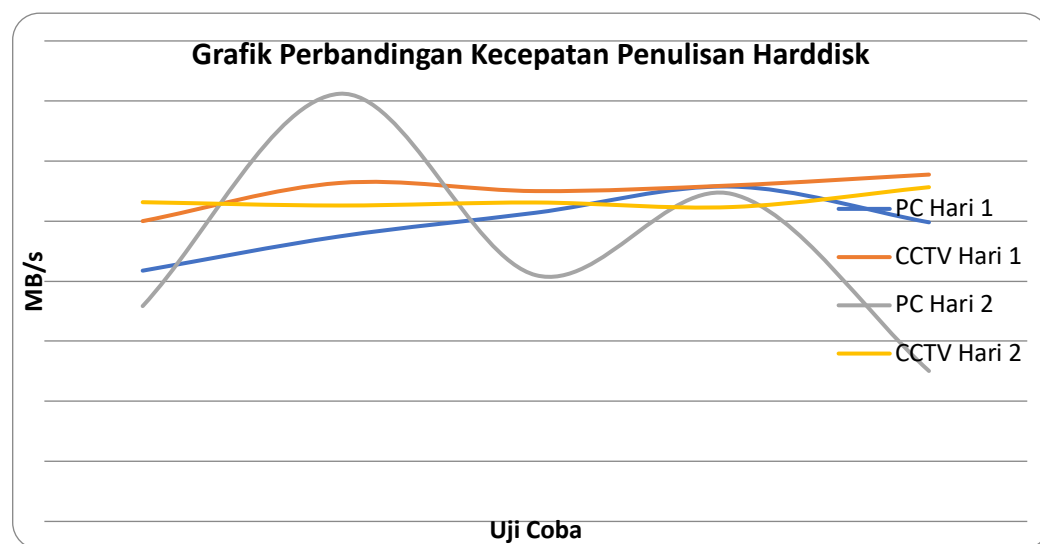
Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa pengujian media penyimpanan dilakukan dengan tiga parameter utama yaitu kecepatan tulis, stabilitas perekaman, dan suhu operasional. Pengujian kecepatan tulis dilakukan menggunakan metode *sequential write* dengan bantuan perangkat lunak *CrystalDiskMark* untuk mengetahui kemampuan *harddisk* dalam menulis data secara berurutan. Stabilitas perekaman diuji melalui proses *continuous recording* menggunakan aplikasi *iVMS-4200* untuk memastikan bahwa proses perekaman dapat berjalan secara terus-menerus tanpa terjadi gangguan. Selain itu, suhu operasional *harddisk* dipantau selama 24 jam menggunakan aplikasi *Hard Disk Sentinel* untuk mengetahui kondisi suhu perangkat saat digunakan secara berkelanjutan. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa media penyimpanan dapat berfungsi dengan baik dalam mendukung proses perekaman sistem CCTV.

3.2.1 Hasil Pengujian Kecepatan Penulisan

Pengujian kecepatan penulisan dilakukan untuk mengetahui kemampuan media penyimpanan dalam menulis data rekaman *video* yang dihasilkan oleh sistem CCTV. Pengujian ini dilakukan menggunakan aplikasi *CrystalDiskMark* dengan metode *sequential write* Q1T1 untuk mengukur kecepatan tulis rata-rata dari masing-masing jenis *harddisk* yang digunakan. Pengujian kecepatan penulisan dilakukan secara berkala selama dua hari berturut-turut. Hasil pengujian kecepatan penulisan pada *harddisk* PC dan *harddisk* CCTV dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kecepatan Penulisan

Hasil Uji Kecepatan Penulisan								
Hari	Jenis Harddisk	Pengujian					Rerata (MB/s)	Keterangan
		Uji Coba 1 (MB/s)	Uji Coba 2 (MB/s)	Uji Coba 3 (MB/s)	Uji Coba 4 (MB/s)	Uji Coba 5 (MB/s)		
Hari Pertama	<i>Harddisk</i> PC	204,35 MB/s	205,49 MB/s	206,28 MB/s	207,15 MB/s	205,96 MB/s	205,85 MB/s	Stabil
Hari Pertama	<i>Harddisk</i> CCTV	206,00 MB/s	207,27 MB/s	207,00 MB/s	207,19 MB/s	207,55 MB/s	207,00 MB/s	Stabil
Hari Kedua	<i>Harddisk</i> PC	203,17 MB/s	210,24 MB/s	204,20 MB/s	206,90 MB/s	201,01 MB/s	205,10 MB/s	Fluktuatif
Hari Kedua	<i>Harddisk</i> CCTV	206,63 MB/s	206,52 MB/s	206,62 MB/s	206,47 MB/s	207,13 MB/s	206,67 MB/s	Stabil



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Penulisan

Gambar 5 menunjukkan bahwa *harddisk* CCTV memiliki performa kecepatan penulisan yang lebih konsisten dibandingkan *harddisk* PC. Pada hari pertama, kedua *harddisk* menunjukkan nilai yang relatif stabil, namun *harddisk* CCTV mempertahankan kecepatan di kisaran 206–208 MB/s. Pada hari kedua, *harddisk* PC mengalami fluktuasi yang cukup besar, terutama pada pengujian ke-2 dan ke-5, sedangkan *harddisk* CCTV tetap berada pada kisaran 206,47–207,13 MB/s. Hasil ini menunjukkan bahwa *harddisk* CCTV memiliki kestabilan performa yang lebih baik untuk mendukung proses perekaman *video* secara kontinu selama 24 jam.

Berdasarkan hasil pengujian, performansi kecepatan penulisan pada masing-masing *harddisk* menunjukkan karakteristik yang berbeda pada setiap hari pengujian. Pada hari pertama, baik *harddisk* PC maupun *harddisk* CCTV menunjukkan performansi yang stabil. Hal ini terlihat dari nilai kecepatan penulisan yang relatif konsisten dengan selisih yang kecil antar setiap pengujian. *Harddisk* PC mengalami peningkatan bertahap, sedangkan *harddisk* CCTV cenderung berada pada rentang nilai yang tinggi dan konstan. Pada hari kedua, *harddisk* CCTV tetap menunjukkan performansi yang stabil, dengan perubahan nilai yang sangat kecil antar pengujian. Sementara itu, *harddisk* PC menunjukkan kondisi yang fluktuatif, ditandai dengan adanya penurunan nilai yang cukup signifikan pada pengujian terakhir dibandingkan dengan pengujian sebelumnya.

Secara keseluruhan, *harddisk* CCTV memiliki tingkat kestabilan yang lebih baik dibandingkan *harddisk* PC dalam pengujian kecepatan penulisan, meskipun keduanya masih berada dalam rentang performansi yang baik.

3.2.2 Hasil Pengujian Stabilitas Perekaman

Hasil pengujian stabilitas perekaman ini menjelaskan hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kestabilan sistem perekaman pada perangkat CCTV. Pengujian dilakukan dengan memantau proses penyimpanan *video* pada media penyimpanan serta memastikan bahwa rekaman dapat tersimpan secara kontinu tanpa adanya kehilangan data. Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi apakah sistem perekaman dapat beroperasi dengan baik dalam kondisi penggunaan normal.

Tabel 6. Hasil Pengujian Stabilitas Perekaman *Harddisk* PC

No	Waktu Pengujian	Jumlah Kamera	<i>Harddisk</i> PC		
			Status Rekaman	Frame Drop	Keterangan
1	1 Jam	10 Kamera	Stabil	Tidak ada	Sistem normal
2	2 Jam	10 Kamera	Stabil	Tidak ada	Sistem normal

<i>Harddisk PC</i>					
No	Waktu Pengujian	Jumlah Kamera	Status Rekaman	Frame Drop	Keterangan
3	3 Jam	10 Kamera	Stabil	2 Frame	Frame drop kecil
4	6 Jam	10 Kamera	Kurang Stabil	4 Frame	Terjadi penurunan frame
5	12 Jam	10 Kamera	Kurang Stabil	6 Frame	Terjadi penurunan frame
6	24 Jam	10 Kamera	Kurang Stabil	4 Frame	Sistem kembali normal

Dalam penelitian ini, status rekaman dikategorikan menjadi dua kondisi yaitu stabil dan kurang stabil yang ditentukan berdasarkan nilai dari *frame drop*. Rekaman dikatakan stabil apabila proses perekaman berlangsung secara kontinu tanpa kehilangan *frame* yang signifikan serta seluruh kamera mampu mengirimkan data *video* ke NVR secara normal. Sebaliknya, rekaman dikategorikan kurang stabil apabila ditemukan peningkatan jumlah *frame drop* yang dapat menyebabkan berkurangnya kelancaran *video* hasil rekaman. *Frame drop* merupakan kondisi ketika sejumlah *frame video* gagal direkam atau gagal ditampilkan sesuai urutan waktu yang seharusnya. Semakin tinggi jumlah *frame drop* maka semakin besar kemungkinan terjadinya penurunan kualitas rekaman seperti *video* tersendat, kehilangan detail pergerakan objek, maupun ketidakakuratan informasi pada rekaman CCTV. Penyebabnya dapat berasal dari kamera, jaringan, NVR, maupun media penyimpanan. Oleh karena itu parameter *frame drop* digunakan sebagai salah satu indikator utama untuk menilai kestabilan media penyimpanan dalam mendukung proses perekaman berkelanjutan. Berdasarkan tabel 6 hasil pengujian stabilitas perekaman pada *harddisk PC* dengan 10 kamera menunjukkan bahwa pada awal pengujian selama 1 hingga 2 jam, sistem perekaman berjalan dengan kondisi stabil tanpa ditemukan adanya *frame drop*. Hal ini menunjukkan bahwa pada durasi awal, *harddisk* masih mampu menangani proses penulisan data *video* dengan baik.

Namun, pada pengujian selama 3 jam mulai ditemukan adanya *frame drop* sebanyak 2 *frame*, meskipun masih dalam kategori kecil dan belum mempengaruhi secara signifikan terhadap kualitas rekaman. Selanjutnya, pada durasi 6 jam hingga 12 jam, kondisi sistem mengalami penurunan stabilitas yang ditandai dengan meningkatnya jumlah *frame drop* menjadi 4 hingga 6 *frame*. Hal ini menunjukkan adanya penurunan performansi *harddisk* dalam menangani perekaman *video* secara terus-menerus.

Pada pengujian selama 24 jam, jumlah *frame drop* menurun menjadi 4 *frame* dan sistem mulai menunjukkan kondisi yang lebih stabil dibandingkan sebelumnya, meskipun belum sepenuhnya optimal. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa *harddisk PC* mengalami penurunan performansi ketika digunakan untuk perekaman CCTV dalam jangka waktu lama, sehingga kurang optimal untuk penggunaan sistem CCTV yang membutuhkan perekaman secara kontinu selama 24 jam.

Sementara itu, berdasarkan tabel 7 hasil pengujian stabilitas perekaman pada *harddisk CCTV* dengan 10 kamera menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan sangat stabil selama proses pengujian. Pada pengujian awal selama 1 jam hingga 3 jam, sistem berjalan normal tanpa adanya *frame drop*, yang menandakan bahwa *harddisk* mampu menangani proses perekaman dengan baik.

Tabel 7. Hasil Pengujian Stabilitas Perekaman *Harddisk CCTV*

<i>Harddisk CCTV</i>					
No	Waktu Pengujian	Jumlah Kamera	Status Rekaman	Frame Drop	Keterangan
1	1 Jam	10 Kamera	Stabil	Tidak ada	Sistem normal
2	3 Jam	10 Kamera	Stabil	Tidak ada	Sistem normal

<i>Harddisk CCTV</i>					
No	Waktu Pengujian	Jumlah Kamera	Status Rekaman	Frame Drop	Keterangan
3	6 Jam	10 Kamera	Stabil	1 Frame	Frame drop kecil
4	12 Jam	10 Kamera	Stabil	Tidak ada	Sistem kembali normal
5	24 Jam	10 Kamera	Stabil	Tidak ada	Rekaman kontinu

Perbedaan jumlah *frame drop* yang terjadi pada kedua jenis *harddisk* menunjukkan adanya perbedaan kemampuan dalam menangani proses penulisan data secara berkelanjutan. *Harddisk* PC pada dasarnya dirancang untuk kebutuhan komputasi umum yang memiliki pola akses data campuran antara membaca dan menulis. Sebaliknya, *harddisk* CCTV dirancang khusus untuk kebutuhan *surveillance* yang didominasi oleh aktivitas penulisan data secara terus-menerus selama 24 jam. Pada *harddisk* CCTV, *firmware* telah dioptimalkan untuk menangani aliran data *video* secara kontinu sehingga mampu meminimalkan keterlambatan proses penulisan yang berpotensi menyebabkan *frame drop*. Hal ini terlihat dari hasil pengujian yang menunjukkan jumlah *frame drop* hanya sebanyak 1 *frame* selama proses pengujian 24 jam. Sebaliknya, *harddisk* PC menunjukkan jumlah *frame drop* yang lebih tinggi yaitu mencapai 6 *frame* pada periode tertentu sehingga mengindikasikan adanya penurunan performansi saat menerima beban penulisan data secara terus-menerus.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *harddisk* khusus CCTV memberikan tingkat keandalan yang lebih baik dibandingkan *harddisk* PC untuk sistem pengawasan yang beroperasi tanpa henti. Pada durasi 6 jam, ditemukan *frame drop* sebanyak 1 *frame*, namun masih dalam kategori sangat kecil dan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas rekaman *video*. Selanjutnya, pada pengujian selama 24 jam, sistem kembali menunjukkan kondisi yang stabil tanpa adanya *frame drop*, serta mampu melakukan perekaman secara kontinu.

Hasil ini menunjukkan bahwa *harddisk* CCTV memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan *harddisk* PC dalam menangani proses perekaman *video* secara terus-menerus. Hal ini dikarenakan *harddisk* CCTV dirancang khusus untuk kebutuhan *surveillance* yang membutuhkan proses penulisan data secara berkelanjutan selama 24 jam. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa *harddisk* CCTV sangat optimal digunakan dalam sistem CCTV karena mampu menjaga stabilitas perekaman dan meminimalisir terjadinya *frame drop* dalam jangka waktu penggunaan yang lama. Data hasil pengujian *frame drop* pada masing-masing *harddisk* kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik guna menganalisis perbedaan tingkat kestabilan perekaman, khususnya dalam mendukung sistem CCTV yang bekerja secara terus-menerus.

3.2.3 Hasil Pengujian Suhu Operasional

Pengujian suhu operasional dilakukan untuk mengetahui kondisi temperatur kerja pada media penyimpanan yang digunakan dalam sistem perekaman CCTV. Pengukuran suhu ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah *harddisk* bekerja dalam kondisi yang aman dan stabil selama proses perekaman berlangsung. Pengujian ini dilakukan menggunakan aplikasi *Hard Disk Sentinel* dengan mengacu pada *maximum temperature today* untuk memantau suhu rata-rata dari masing-masing jenis *harddisk* yang digunakan. Pengujian suhu operasional dilakukan secara berkala selama dua hari berturut-turut. Dalam setiap pengujian, pengambilan data dilakukan sebanyak lima kali uji coba setiap satu jam untuk memastikan konsistensi performansi media penyimpanan selama sistem berjalan. Data suhu tersebut kemudian dibandingkan antara *harddisk* PC dan *harddisk* yang digunakan pada perangkat CCTV untuk mengetahui perbedaan karakteristik suhu operasional pada kedua jenis media penyimpanan tersebut. Hasil pengukuran suhu operasional dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Suhu Operasional

Hasil Uji Suhu Operasional								
Hari	Jenis Harddisk	Pengujian					Rata-Rata (°C)	Keterangan
		Uji Coba 1 (°C)	Uji Coba 2 (°C)	Uji Coba 3 (°C)	Uji Coba 4 (°C)	Uji Coba 5 (°C)		
Hari Pertama	Harddisk PC	40°C	40°C	40°C	42°C	43°C	41,00°C	Stabil (kenaikan bertahap, masih normal)
Hari Pertama	Harddisk CCTV	42°C	41°C	41°C	41°C	42°C	41,40°C	Stabil (nilai relatif konstan)
Hari Kedua	Harddisk PC	39°C	40°C	40°C	31°C	41°C	38,20°C	Fluktuatif (terdapat penurunan signifikan di uji ke-4)
Hari Kedua	Harddisk CCTV	36°C	37°C	37°C	38°C	41°C	37,80°C	Stabil (perubahan kecil dan konsisten)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu operasional masing-masing *harddisk* menunjukkan pola yang berbeda pada setiap hari pengujian. Pada hari pertama, *harddisk* PC menunjukkan kondisi yang stabil dengan kecenderungan meningkat, di mana suhu awal berada pada 40°C dan meningkat hingga 43°C. Kenaikan ini masih tergolong normal dan tidak menunjukkan adanya anomali. Sementara itu, *harddisk* CCTV juga berada dalam kondisi stabil, dengan suhu yang relatif konstan pada kisaran 41°C hingga 42°C.

Pada hari kedua, *harddisk* PC menunjukkan kondisi yang fluktuatif, ditandai dengan adanya penurunan suhu yang cukup signifikan pada uji coba ke-4 hingga mencapai 31°C, sebelum kembali meningkat pada pengujian berikutnya. Hal ini mengindikasikan adanya ketidakkonsistenan selama proses pengujian.

Di sisi lain, *harddisk* CCTV pada hari kedua tetap menunjukkan kondisi yang stabil, meskipun terdapat sedikit kenaikan suhu dari 36°C hingga 41°C. Perubahan tersebut masih dalam batas wajar dan cenderung konsisten tanpa adanya penurunan drastis. Secara keseluruhan, *harddisk* CCTV memiliki kestabilan suhu operasional yang lebih baik dibandingkan *harddisk* PC, terutama pada hari kedua pengujian.

3.2.4 Ringkasan Hasil Penelitian

Setelah dilakukan serangkaian pengujian terhadap media penyimpanan yang digunakan pada sistem CCTV, diperoleh beberapa data yang berkaitan dengan performansi dan kestabilan *harddisk*. Parameter yang diuji meliputi kecepatan tulis (*write speed*), jumlah *frame drop* saat proses perekaman, serta suhu maksimum yang dihasilkan selama proses pengujian. Hasil dari pengujian tersebut kemudian dirangkum untuk memudahkan analisis dan perbandingan antara *harddisk* PC dan *harddisk* khusus CCTV. Ringkasan hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Ringkasan Hasil Pengujian

No	Parameter	Harddisk PC	Harddisk CCTV	Kesimpulan
1	Kecepatan Penulisan	205,10 - 205,85 MB/s	206,67 - 207,00 MB/s	Harddisk CCTV lebih stabil
2	Stabilitas Rekam (<i>Frame Drop</i>)	4-6 <i>frame</i>	1 <i>frame</i>	Harddisk CCTV lebih stabil
3	Suhu Operasional	38,20 - 41,00°C	37,80 - 41,40°C	Harddisk CCTV lebih dingin

Berdasarkan tabel 9 dapat disimpulkan bahwa *harddisk* CCTV cenderung lebih stabil jika dilihat dari parameter kecepatan penulisan dan stabilitas rekam. Selain itu, *harddisk* CCTV juga lebih dingin jika dilihat dari suhu maksimalnya.

4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performansi sistem CCTV berbasis *IP Camera*. Berdasarkan pengujian kecepatan penulisan, *harddisk* CCTV menunjukkan performansi yang lebih stabil dibandingkan *harddisk* PC. Meskipun selisih kecepatan rata-rata kedua *harddisk* tidak terlalu besar, *harddisk* CCTV mampu mempertahankan nilai kecepatan tulis yang relatif konsisten selama proses pengujian berlangsung. Sebaliknya, *harddisk* PC menunjukkan fluktuasi performansi yang lebih tinggi terutama pada hari kedua pengujian.

Kondisi tersebut terjadi karena *harddisk* CCTV dirancang khusus untuk kebutuhan *surveillance* yang membutuhkan proses penulisan data secara terus-menerus selama 24 jam. *Harddisk Seagate SkyHawk* yang digunakan pada penelitian ini memiliki teknologi *firmware* yang dioptimalkan untuk *workload surveillance* sehingga mampu menangani banyak aliran *video* secara simultan. Teknologi tersebut memungkinkan proses penulisan data berlangsung lebih efisien dibandingkan *harddisk* PC yang pada dasarnya dirancang untuk penggunaan komputer umum.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [14] yang menjelaskan bahwa media penyimpanan pada sistem *surveillance* harus mampu menangani beban penulisan (*write workload*) secara terus-menerus tanpa mengalami penurunan performansi yang signifikan. *Harddisk* yang dirancang khusus untuk kebutuhan CCTV memiliki optimasi *firmware* dan mekanisme manajemen *cache* yang lebih baik sehingga mampu menjaga kestabilan proses penulisan data *video* dalam jangka waktu yang panjang. Kondisi tersebut menjadikan *harddisk surveillance* lebih sesuai digunakan pada sistem pengawasan yang beroperasi selama 24 jam dibandingkan *harddisk* untuk komputer umum.

Dari aspek stabilitas perekaman, *harddisk* CCTV juga menunjukkan hasil yang lebih baik. Jumlah *frame drop* yang ditemukan selama pengujian hanya mencapai 1 *frame*, sedangkan *harddisk* PC mengalami *frame drop* hingga 6 *frame*. Perbedaan ini menunjukkan bahwa *harddisk* CCTV memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mempertahankan kontinuitas proses perekaman. Semakin kecil jumlah *frame drop* maka semakin baik kualitas rekaman yang dihasilkan karena kehilangan informasi visual dapat diminimalkan. Pada pengujian suhu operasional, kedua *harddisk* masih berada pada rentang suhu kerja yang aman. Namun demikian, *harddisk* CCTV menunjukkan pola perubahan suhu yang lebih stabil dibandingkan *harddisk* PC. Stabilitas suhu menjadi faktor penting karena peningkatan temperatur yang berlebihan dapat mempercepat penurunan umur media penyimpanan dan meningkatkan risiko kegagalan perangkat dalam jangka panjang.

Temuan penelitian ini juga didukung oleh penelitian [15] yang menyatakan bahwa keberhasilan sistem CCTV tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas kamera dan jaringan, tetapi juga oleh kemampuan media penyimpanan dalam mempertahankan proses perekaman secara kontinu. Media penyimpanan yang memiliki performa penulisan stabil mampu mengurangi terjadinya *frame drop*, kehilangan data, serta gangguan pada proses *recording* sehingga meningkatkan keandalan sistem pengawasan secara keseluruhan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [9] yang menyatakan bahwa perangkat CCTV berbasis *IP Camera* membutuhkan media penyimpanan yang mampu mendukung proses perekaman berkelanjutan dengan tingkat keandalan yang tinggi. Selain itu, penelitian [11] juga menunjukkan bahwa sistem pengawasan digital memerlukan komponen pendukung yang dirancang khusus agar dapat bekerja secara optimal dalam lingkungan *surveillance*. Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa *harddisk* CCTV merupakan media penyimpanan yang lebih sesuai

digunakan pada sistem CCTV dibandingkan *harddisk* PC. Keunggulan tersebut terlihat dari kestabilan kecepatan tulis, jumlah *frame drop* yang lebih rendah, serta kestabilan suhu operasional selama proses perekaman berlangsung secara kontinu.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *harddisk* khusus CCTV memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan *harddisk* PC dalam mendukung sistem perekaman CCTV berbasis IP *Camera*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *harddisk* CCTV mampu mempertahankan kecepatan penulisan yang lebih stabil, menghasilkan jumlah *frame drop* yang lebih rendah, serta memiliki karakteristik suhu operasional yang lebih konsisten selama proses perekaman berlangsung secara terus-menerus. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa *harddisk* CCTV lebih sesuai digunakan untuk kebutuhan *surveillance* yang membutuhkan aktivitas penulisan data selama 24 jam tanpa henti.

Penerapan metode PPDIOO pada penelitian ini juga berhasil digunakan sebagai pendekatan dalam proses perancangan, implementasi, pengoperasian, dan evaluasi sistem CCTV sehingga seluruh tahapan penelitian dapat dilakukan secara terstruktur. Melalui pendekatan tersebut, proses analisis performansi media penyimpanan dapat dilakukan secara sistematis dan menghasilkan rekomendasi penggunaan media penyimpanan yang sesuai untuk sistem pengawasan.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya hanya menggunakan satu merk *harddisk* PC dan satu merk *harddisk* CCTV dengan kapasitas yang sama, serta pengujian dilakukan pada lingkungan jaringan dan jumlah kamera yang terbatas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai merk dan kapasitas *harddisk*, menambahkan jumlah kamera, resolusi, *bitrate* dan *frame rate* yang lebih banyak, serta membandingkan performansi media penyimpanan lain seperti SSD *surveillance* untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Selain itu, pengembangan sistem dapat dilakukan dengan mengintegrasikan teknologi analisis *video* berbasis kecerdasan buatan untuk meningkatkan kemampuan sistem CCTV dalam mendeteksi kejadian secara otomatis.

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Bumigora atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- [1] B. Susilo, G. D. Mardianto, and D. Aldilaga, "Implementasi Closed Circuit Television (CCTV) sebagai sistem keamanan di lingkungan Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang," Ilmu Pendidikan: Jurnal Kajian Teori dan Praktik Kependidikan, vol. 9, no. 2, pp. 84–90, 2024, <https://doi.org/10.17977/um027v9i22024p84-90>
- [2] A. A. Octavianus, A. S. Awangga, E. I. Batubara, and Y. Herlingga, "Efektivitas CCTV dan teknologi pengawasan tidak langsung dalam meningkatkan keamanan lalu lintas," Journal of Information and Information Security (JIFORTY), vol. 5, no. 2, pp. 257–268, 2024. <https://doi.org/10.31599/qdsb4k02>
- [3] A. Kahfi, W. Wklarnys, A. Juwansyah, and J. Iryani, "Dampak implementasi monitoring CCTV terhadap keamanan di daerah perkotaan Yogyakarta," RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, vol. 4, no. 2, pp. 3577–3584, 2025, <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.1059>.
- [4] R. F. B. Atmaja, A. R. Dendi, A. A. Amir, B. Isnanto, and Supardi, "PKM pelatihan dan praktek proses instalasi jaringan CCTV kepada PKL," Jurnal Pengabdian Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi dan Perubahan, vol. 5, no. 4, 2025, <https://doi.org/10.59818/jpm.v5i4.1825>.
- [5] A. T. N. Rochman and F. Hadiatna, "Sistem pemantauan keamanan IP camera di lingkungan kampus Itenas," E-Proceeding FTI, vol. 1, no. 2, 2023. <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/view/1534>
- [6] B. Ayuningtyas and S. Ilman, "IP camera surveillance system using Android application based on Arduino," JTI, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2021. <https://doi.org/10.52909/jti.v1i1.6>
- [7] A. P. Sidiq, A. Darmawan, O. Supriadi, and O. A. Rozak, "Implementasi sistem monitoring CCTV berbasis IP untuk peningkatan keamanan di SMK Khazanah Kebajikan," Jurnal Keilmuan dan Keislaman, vol. 4, no. 4, pp. 690–698, 2025, <https://doi.org/10.23917/jkk.v4i4.779>.

- [8] N. F. Maulida and A. Widura, "Analisis kebutuhan penyimpanan DVR Hikvision Turbo HD 7200 Series untuk 4 kamera," in *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO)*, 2023, pp. 126–130. <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/sneto/article/view/2408/>
- [9] I. P. Saputra, "Perbandingan kinerja dan keandalan sistem pengawasan: CCTV vs IP Camera," *Bulletin of Network Engineer and Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 71–77, 2023. <https://doi.org/10.59688/bufnets.v1i2.15>
- [10] E. S. Bata, "Utilization of CCTV analog camera on mobile web-based room security monitoring system," *J-Icon: Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 29–36, 2023. <https://doi.org/10.35508/jicon.v11i1.10033>
- [11] S. Bahri, "Analisa pemilihan CCTV (Closed Circuit Television) sebagai alat keamanan untuk penggunaan di perumahan dan perkantoran," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 14, no. 1, pp. 537–541, 2025. <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14788>
- [12] P. Sipayung, V. Purba, and Agussalim, "Analisis, perancangan, dan simulasi jaringan VLAN menggunakan metode PPDIOO (studi kasus: SMAS Santo Yusup Surabaya)," *TeknoIS: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Sains*, vol. 14, no. 1, pp. 110–118, 2024. <https://doi.org/10.36350/jbs.v14i1>
- [13] R. K. Syuja, A. M. A. Della Saskia, A. Subhan, S. Ardian, dan A. Didik, "Teknologi WI-FI Menggunakan Topologi Star," *MARS*, vol. 2, no. 2, pp. 27–33, 2024. <https://elibrary.ru/item.asp?id=79243779>
- [14] Seagate Technology. *SkyHawk Surveillance Hard Drive Product Manual*. Fremont, CA: Seagate Technology, 2024.
- [15] M. K. Sharma and R. Patel, "Performance Evaluation of Storage Media for IP-Based Video Surveillance Systems," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 15, no. 2, pp. 214–221, 2024.