

Penerapan Teknologi Content Delivery Network (CDN) untuk Mendukung Digitalisasi Sekolah di Daerah 3T

Nana Rachmana Syambas¹, Syaiful Ahdan², Eki Ahmad Zaki Hamidi³, Ratna Mayasari⁴, Ade Nurhayati⁵, Galih Nugraha Nurkahfi⁶, Jupriyadi⁷, Adi Sucipto⁸, Hasan Nur Arifin⁹, Rohmat Tulloh¹⁰

Institut Teknologi Bandung, Indonesia^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}

Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia^{2,7,8}

UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia³

Universitas Telkom, Indonesia^{4,5,10}

Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia⁶

{nana@stei.itb.ac.id¹, syaifulahdan@teknokrat.ac.id², ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id³,
ratnamayasari@telkomuniversity.ac.id⁴, adenurhayati@telkomuniversity.ac.id⁵,
galih.nugraha.nurkahfi@brin.go.id⁶, jupriyadi@teknokrat.ac.id⁷,
adi.sucipto@teknokrat.ac.id⁸, hasanarif@telkomuniversity.ac.id⁹,
rohmatth@telkomuniversity.ac.id¹⁰}

Submission: 2025-10-20

Received: 2025-12-24

Published: 2025-12-30

Keywords:
Digitalization; Content Delivery Network; Community Engagement.

Abstract. This Community Service Program was implemented at SMKS Bumi Moro, Pulau Morotai Regency, a school located in a frontier, outermost, and underdeveloped (3T) region. The school was selected due to its limited telecommunication infrastructure, which has significantly constrained the implementation of digital learning. An initial survey revealed that the school relied on a single unstable internet access point, had only 12 active computers for approximately 180 students, and most teachers lacked experience in independently operating a Learning Management System (LMS). These conditions highlighted the urgent need for technological intervention. The program adopted a Participatory Action Research (PAR) approach consisting of four stages: (1) needs analysis through online surveys and interviews with the school principal and 20 teachers; (2) design and implementation of a local Content Delivery Network (CDN) integrated with Starlink-based internet connectivity; (3) training and mentoring on Moodle LMS utilization and the introduction of Artificial Intelligence (AI) applications in learning; and (4) evaluation of program effectiveness. The training involved 30 participants, including 20 teachers and 10 educational staff members. Evaluation using a Likert-scale questionnaire (1–5) showed that 70% of participants were very satisfied and 30% were satisfied, with average scores ranging from 4.6 to 4.9. Post-program observations indicated improved teacher capacity in managing digital classes, conducting online assessments, and utilizing stable internet access. Overall, the program successfully strengthened digital learning infrastructure and teacher competence, offering a replicable model for other schools in 3T regions in Indonesia.

Katakunci:
Digitalisasi; Content Delivery Network; Pengabdian Masyarakat.

Abstrak. Program Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan di SMKS Bumi Moro, Kabupaten Pulau Morotai, yang berada di wilayah terdepan, *terluar*, dan tertinggal (3T). Sekolah ini dipilih karena keterbatasan infrastruktur telekomunikasi dan akses internet yang berdampak langsung pada pelaksanaan pembelajaran digital. Hasil survei awal menunjukkan bahwa sekolah hanya memiliki satu titik akses internet yang tidak stabil, 12 unit komputer aktif untuk melayani sekitar 180 siswa, serta sebagian besar guru belum terbiasa menggunakan Learning Management System (LMS) secara mandiri. Kondisi tersebut menunjukkan urgensi intervensi teknologi guna mendukung transformasi pembelajaran digital. Program ini menggunakan pendekatan Participatory Action Research (PAR) yang meliputi empat tahap, yaitu: (1) analisis kebutuhan melalui survei daring dan wawancara dengan kepala sekolah serta 20 guru; (2) perancangan dan implementasi Content Delivery Network (CDN) lokal yang terintegrasi dengan konektivitas internet berbasis Starlink; (3) pelatihan dan pendampingan penggunaan LMS Moodle serta pengenalan aplikasi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran; dan (4) evaluasi efektivitas program. Kegiatan pelatihan diikuti oleh 30 peserta yang terdiri atas 20 guru dan 10 tenaga kependidikan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 70% peserta sangat puas dan 30% puas, dengan skor rata-rata 4,6–4,9. Pasca-program, guru mampu mengelola kelas digital secara mandiri, mengunggah materi, melaksanakan evaluasi daring, serta memanfaatkan akses internet yang lebih stabil. Program ini tidak hanya meningkatkan kapasitas teknis guru, tetapi juga membangun infrastruktur pembelajaran digital yang berkelanjutan dan berpotensi direplikasi di sekolah 3T lainnya di Indonesia.

1 Pendahuluan

Transformasi digital di bidang pendidikan merupakan bagian dari agenda nasional untuk mewujudkan pemerataan akses pendidikan yang inklusif dan berkeadilan, khususnya di wilayah terdepan, terluar, dan tertinggal (3T). Dalam konteks kawasan timur Indonesia, daerah kepulauan dengan kondisi geografis yang menantang, seperti Kabupaten Pulau Morotai, masih menghadapi keterbatasan dalam akses terhadap infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi. Keterbatasan tersebut berdampak pada rendahnya pemanfaatan sumber belajar digital dan terbatasnya penerapan pembelajaran berbasis teknologi di satuan pendidikan. Oleh karena itu, upaya digitalisasi pendidikan di wilayah 3T tidak hanya berorientasi pada peningkatan mutu pembelajaran, tetapi

juga pada perluasan akses dan keberlanjutan layanan pendidikan digital (Laila et al., 2025).

Dalam konteks tersebut, SMKS Bumi Moro dengan alamat JL. Stasiun TVRI Juanga, Kecamatan Morotai Selatan, Kabupaten Pulau Morotai, Provinsi Maluku Utara, merupakan sekolah yang berada di wilayah 3T dan menghadapi permasalahan utama berupa keterbatasan infrastruktur telekomunikasi serta akses internet yang tidak stabil. Sekolah ini hanya mengandalkan satu titik akses internet dengan kualitas koneksi yang sering mengalami gangguan, sehingga pemanfaatan *Learning Management System* (LMS), media pembelajaran interaktif, dan sumber belajar daring belum dapat dilakukan secara optimal. Guru mengalami kendala dalam mengelola pembelajaran berbasis digital secara berkelanjutan, sementara siswa memiliki keterbatasan dalam mengakses materi pembelajaran digital yang relevan dengan tuntutan pendidikan. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran digital dan ketersediaan infrastruktur pendukung di sekolah mitra (Saman & Wahyudi, 2025) (Azmi et al., 2025).

Berdasarkan tantangan tersebut, SMKS Bumi Moro dipilih sebagai lokasi pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dengan fokus pada penanganan keterbatasan konektivitas dan optimalisasi pemanfaatan teknologi pembelajaran digital. Program ini dirancang untuk mempercepat proses digitalisasi sekolah melalui penerapan *Content Delivery Network* (CDN) sebagai solusi distribusi konten pembelajaran secara lokal. Melalui mekanisme CDN, materi pembelajaran digital seperti modul elektronik, video pembelajaran, dan konten LMS dapat disimpan dan diakses secara cepat serta konsisten tanpa ketergantungan penuh pada koneksi internet eksternal yang tidak stabil (Syambas et al., 2025) (Syambas et al., 2023).

Penerapan teknologi *Content Delivery Network* (CDN) berperan sebagai infrastruktur pendukung yang memungkinkan penyimpanan dan distribusi konten pembelajaran secara lokal di lingkungan sekolah. Dengan mekanisme ini, materi pembelajaran digital seperti modul elektronik, video pembelajaran, dan konten LMS dapat diakses secara cepat dan konsisten tanpa hambatan koneksi internet. Akses yang lebih

stabil dan berulang terhadap konten digital mendorong guru dan siswa untuk lebih sering berinteraksi dengan perangkat dan aplikasi pembelajaran digital, sehingga meningkatkan keterampilan dasar penggunaan teknologi, kemampuan navigasi informasi digital, serta pemanfaatan LMS secara mandiri. Melalui intensitas penggunaan tersebut, CDN tidak secara langsung meningkatkan literasi digital, tetapi memfasilitasi lingkungan belajar yang kondusif bagi berkembangnya literasi digital siswa dan guru. Oleh karena itu, penerapan CDN menjadi langkah strategis dalam memperkuat infrastruktur digital sekolah dan mendukung percepatan transformasi pendidikan berbasis teknologi di wilayah 3T (Turker, 2004) (Salahuddin et al., 2018) (Wang & Chen, 2023).

Selain penguatan aspek infrastruktur, kegiatan ini juga mencakup pelatihan dan pendampingan terstruktur bagi guru dan siswa agar mampu menggunakan serta mengelola sistem pembelajaran digital secara mandiri. Pelatihan dilaksanakan dalam bentuk workshop tatap muka, praktik langsung (*hands-on*), dan pendampingan berkelanjutan, yang berfokus pada pengelolaan *Learning Management System* (LMS) *Moodle*, pemanfaatan konten pembelajaran yang disimpan pada server CDN lokal, serta penggunaan media pembelajaran digital secara efektif. Output dari kegiatan pelatihan ini meliputi akun LMS aktif untuk guru dan siswa, materi pembelajaran digital yang tersimpan pada server CDN, serta kemampuan guru dalam mengelola kelas digital, mengunggah materi, dan menyusun evaluasi daring (Usman et al., 2025) (Rindawan et al., 2024).

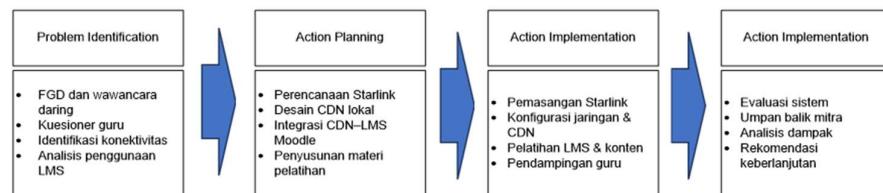
Integrasi antara infrastruktur CDN dan peningkatan kompetensi guru dan siswa dilakukan melalui pemanfaatan konten pembelajaran lokal sebagai sumber utama dalam proses belajar mengajar. Dengan akses konten yang cepat dan stabil melalui CDN, guru dapat merancang pembelajaran berbasis LMS tanpa terkendala kualitas internet eksternal, sementara siswa dapat mengakses materi pembelajaran secara mandiri dan berulang. Pola penggunaan ini mendorong peningkatan keterampilan literasi digital, baik dalam hal penggunaan platform pembelajaran, pengelolaan informasi digital, maupun pemanfaatan teknologi sebagai sarana belajar (Yulisetiani et al., 2025) (Palau et al., 2003).

Model PkM ini menggunakan teknologi yang relatif sederhana, biaya implementasi yang terjangkau, serta pendekatan pelatihan yang kontekstual dan adaptif terhadap keterbatasan wilayah 3T. Selain itu, integrasi antara infrastruktur lokal dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia menjadikan model ini fleksibel untuk diterapkan pada sekolah lain dengan karakteristik permasalahan serupa di Kabupaten Morotai maupun wilayah 3T lainnya di Indonesia.

2 Metode

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang menekankan keterlibatan aktif seluruh pemangku kepentingan sekolah, meliputi kepala sekolah, guru, tenaga kependidikan, serta tim pelaksana PkM, pada setiap tahapan kegiatan. Pendekatan PAR dipilih untuk memastikan bahwa program pengabdian tidak bersifat top-down, melainkan dikembangkan secara kolaboratif berdasarkan kebutuhan dan permasalahan nyata yang dihadapi SMKS Bumi Moro, Kabupaten Pulau Morotai (Surur et al., 2025).

Melalui keterlibatan langsung pihak sekolah dalam proses perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi, program ini diharapkan mampu menghasilkan solusi yang kontekstual dan berkelanjutan, khususnya dalam penguatan infrastruktur pembelajaran digital dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia. Dengan demikian, pendekatan PAR memungkinkan terjadinya proses pembelajaran bersama (*co-learning*) antara tim pelaksana dan mitra, sekaligus mendorong kepemilikan program oleh sekolah sebagai mitra utama.



Gambar 1. Diagram Alur Metode Penelitian Aksi Partisipatif (PAR) pada Kegiatan PkM

Gambar 1 menampilkan alur pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat yang menggunakan pendekatan Penelitian Aksi Partisipatif (*Participatory Action Research/PAR*). Diagram tersebut menggambarkan empat tahapan utama yang dilaksanakan secara sistematis dan berkesinambungan, yaitu *Problem Identification*, *Action Planning*, *Action Implementation*, dan *Reflection*. Setiap tahapan dirancang untuk melibatkan partisipasi aktif mitra sekolah sehingga program yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan.

Tahap identifikasi masalah bertujuan untuk memperoleh gambaran awal mengenai kondisi faktual mitra, khususnya terkait infrastruktur teknologi informasi, kualitas konektivitas internet, serta tingkat pemanfaatan pembelajaran digital di SMKS Bumi Moro. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data secara partisipatif melalui beberapa kegiatan, yaitu:

- a. Diskusi kelompok terarah (*Focus Group Discussion/FGD*) secara daring dengan kepala sekolah, guru, dan tenaga kependidikan;
- b. Wawancara dengan pihak manajemen sekolah untuk mengidentifikasi kendala utama dalam penerapan pembelajaran digital;
- c. Penyebaran kuesioner kepada guru untuk memetakan tingkat literasi digital, pengalaman penggunaan Learning Management System (LMS), serta hambatan akses internet; dan
- d. Identifikasi kondisi konektivitas internet, ketersediaan perangkat, serta pemanfaatan sumber belajar digital yang telah tersedia di sekolah.

Hasil tahap ini menunjukkan bahwa keterbatasan akses internet yang tidak stabil, minimnya infrastruktur pendukung pembelajaran digital, serta rendahnya intensitas pemanfaatan LMS merupakan permasalahan utama yang menghambat proses transformasi pembelajaran digital di sekolah mitra.

Berdasarkan hasil identifikasi masalah, tahap perencanaan tindakan dilakukan secara kolaboratif dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan di SMKS Bumi Moro. Tahap ini bertujuan untuk

merumuskan solusi yang kontekstual dan sesuai dengan kebutuhan serta kondisi lokal sekolah. Kegiatan pada tahap perencanaan meliputi:

- a. Penyusunan rencana penguatan konektivitas internet melalui pemanfaatan layanan internet satelit Starlink;
- b. Perancangan sistem *Content Delivery Network* (CDN) lokal sebagai media penyimpanan dan distribusi konten pembelajaran digital;
- c. Perencanaan integrasi sistem CDN dengan LMS Moodle;
- d. Penyusunan modul dan materi pelatihan pembelajaran digital bagi guru dan tenaga kependidikan; serta
- e. Penjadwalan kegiatan implementasi, pelatihan, dan pendampingan secara bertahap.

Tahap ini menghasilkan dokumen rencana aksi yang disepakati bersama antara tim pelaksana dan pihak sekolah sebagai dasar pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat.

Tahap implementasi merupakan realisasi dari rencana aksi yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara kolaboratif antara tim pelaksana dan mitra sekolah dengan fokus pada penguatan infrastruktur pembelajaran digital dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia. Kegiatan utama pada tahap ini meliputi:

- a. Pemasangan dan konfigurasi layanan internet satelit Starlink sebagai solusi konektivitas utama sekolah;
- b. Penguatan jaringan lokal sekolah untuk mendukung distribusi akses internet dan layanan pembelajaran digital;
- c. Pemasangan dan konfigurasi server CDN lokal untuk penyimpanan dan distribusi konten pembelajaran digital; dan
- d. Integrasi CDN dengan LMS Moodle agar materi pembelajaran dapat diakses secara cepat dan stabil.

Selain itu, dilakukan pelatihan dan pendampingan kepada guru dan tenaga kependidikan melalui kegiatan workshop pengenalan pembelajaran digital berbasis LMS, praktik langsung (*hands-on*) penggunaan LMS dan pengelolaan konten pada sistem CDN, serta

pendampingan teknis dan pedagogis dalam penerapan pembelajaran digital di kelas.

Tahap refleksi dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas pelaksanaan program serta dampaknya terhadap peningkatan kapasitas sekolah mitra. Kegiatan refleksi meliputi:

- a. Evaluasi bersama antara tim pelaksana dan pihak sekolah terhadap keberfungsiannya infrastruktur konektivitas, sistem CDN, dan LMS;
- b. Pengumpulan umpan balik dari guru dan tenaga kependidikan melalui diskusi reflektif dan kuesioner evaluasi;
- c. Analisis perubahan dalam pemanfaatan pembelajaran digital dan akses konten pembelajaran pascaimplementasi program; serta
- d. Identifikasi kendala yang masih dihadapi dan perumusan rekomendasi perbaikan untuk keberlanjutan program.

Hasil refleksi digunakan sebagai dasar penyempurnaan model penerapan pembelajaran digital berbasis CDN dan konektivitas satelit yang adaptif terhadap karakteristik dan kebutuhan wilayah 3T.

3 Hasil

Implementasi Teknologi CDN dan Penguatan Konektivitas

Tahap implementasi teknologi dilaksanakan pada 1–6 September 2025 dengan fokus pada penguatan konektivitas internet dan distribusi konten pembelajaran digital. Internet satelit Starlink dipasang untuk menyediakan koneksi yang lebih stabil dan menjangkau area dengan keterbatasan jaringan sebelumnya (Marpaung et al., 2025). Selanjutnya, server CDN lokal dikonfigurasi untuk menyimpan dan mendistribusikan konten pembelajaran digital secara efisien.

Hasil implementasi menunjukkan peningkatan stabilitas akses terhadap materi pembelajaran digital. Konten yang tersimpan dalam *cache* lokal CDN dapat diakses lebih cepat tanpa ketergantungan penuh pada koneksi internet eksternal. LMS *Moodle* juga diintegrasikan dengan sistem CDN sehingga guru dapat mengunggah materi, tugas, dan evaluasi yang dapat diakses secara konsisten oleh siswa (Irwan et al., 2022).

a. Pelatihan dan Pendampingan

Pelatihan dan pendampingan dilaksanakan pada 12–13 September 2025 dan melibatkan guru, staf administrasi, serta siswa. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan literasi digital dan kemampuan pemanfaatan teknologi pembelajaran. Pelatihan dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu *Artificial Intelligence* (AI) dan *Learning Management System* (LMS) dengan total durasi 720 menit.

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa guru mampu mengelola kelas digital secara mandiri, mengunggah materi ajar, menyusun tugas, serta memanfaatkan fitur LMS *Moodle*. Pelatihan AI membantu guru dalam pembuatan materi ajar, soal, dan presentasi berbasis kecerdasan buatan (Arif et al., 2022). Simulasi pembelajaran dan pendampingan personal meningkatkan kepercayaan diri peserta dalam menerapkan pembelajaran digital.



Gambar 2. Pelaksanaan Pengabdian

Kegiatan pelatihan ini dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu AI (*Artificial Intelligence*) dan LMS (*Learning Management System*), dengan total durasi 720 menit (12 jam). Para guru kemudian dilibatkan dalam simulasi proses pembelajaran menggunakan LMS *Moodle*, dengan mempraktikkan pembuatan materi ajar, pemberian tugas, serta interaksi dengan siswa secara online. Tim pengabdian turut memberikan bimbingan teknis secara personal guna memastikan setiap peserta dapat mengoperasikan sistem secara mandiri dan percaya diri.



Gambar 3. Pelaksanaan Pendampingan

Setelah pelatihan, dilakukan evaluasi kegiatan melalui penyebaran kuesioner dan wawancara untuk menilai efektivitas pelatihan serta tingkat pemahaman peserta. Tim juga melakukan observasi langsung terhadap penggunaan sistem untuk memastikan keberlanjutan implementasi di lingkungan sekolah.

Tabel 1. Materi Pelatihan

Kategori	Materi Pelatihan	Durasi
AI	Pengenalan AI untuk Guru, Penggunaan Prompt AI, Pembuatan Slide Presentasi dengan AI, Pembuatan Soal dengan AI, Pembelajaran AI dengan <i>Teachable Machine</i> , serta Diskusi & Studi Kasus AI	360 menit
LMS	Pengenalan LMS <i>Moodle</i> , Profil Pengguna di LMS, <i>Setting</i> Kelas dan Pembelajaran, Pengaturan Peserta Kelas, Administrasi Kelas dan Pembelajaran, serta Penambahan Aktivitas dan Materi	360 menit
Total	Keseluruhan Waktu Pelatihan dan Pendampingan	720 menit

Tabel 1. menjelaskan rangkaian kegiatan pelatihan yang dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu AI (*Artificial Intelligence*) dan LMS (*Learning Management System*), dengan total durasi 720 menit (12 jam). Pelatihan AI difokuskan pada pemanfaatan kecerdasan buatan untuk mendukung proses pembelajaran, seperti pembuatan materi

ajar, soal, dan presentasi berbasis AI, sedangkan pelatihan LMS berfokus pada penggunaan *platform Moodle* untuk pengelolaan kelas, administrasi pembelajaran, serta penambahan aktivitas dan materi digital. Kedua kategori ini dirancang untuk meningkatkan literasi digital dan kemampuan guru serta siswa dalam mengoptimalkan pembelajaran berbasis teknologi di SMKS Bumi Moro.

1) Sosialisasi dan Launching Sistem

Kegiatan sosialisasi dilakukan untuk memperkenalkan manfaat teknologi CDN kepada seluruh civitas sekolah dan masyarakat sekitar. Pada tahap ini dilakukan uji coba sistem serta seremonial *launching* program digitalisasi sekolah berbasis CDN di daerah 3T.



Gambar 4. Sosialisasi dan Launching Sistem

2) Evaluasi dan Keberlanjutan Program

Evaluasi program dilakukan melalui kuesioner kepuasan berbasis skala Likert lima tingkat, wawancara, dan observasi langsung terhadap penggunaan sistem. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kepuasan tinggi terhadap stabilitas akses internet, kemudahan penggunaan LMS, dan relevansi materi pelatihan. Sosialisasi dan *launching* sistem dilakukan untuk memperluas pemahaman seluruh warga sekolah terhadap manfaat teknologi CDN.

Hasil evaluasi menjadi dasar penyempurnaan sistem dan perumusan strategi keberlanjutan, termasuk pemeliharaan

infrastruktur dan pemanfaatan sistem secara mandiri oleh sekolah. Dengan pendekatan partisipatif, program ini menunjukkan potensi adaptasi pada sekolah lain dengan karakteristik wilayah 3T yang serupa.



Gambar 5. Kegiatan Penutupan PKM

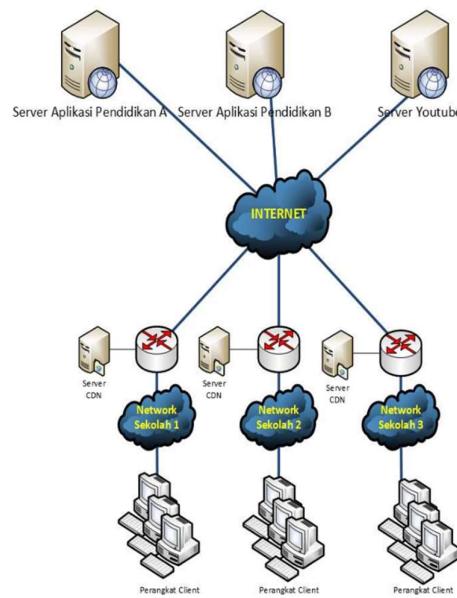
b. Teknologi yang Digunakan

Teknologi utama yang diterapkan dalam program pengabdian ini adalah *Content Delivery Network* (CDN), yaitu sistem jaringan server yang dirancang untuk mendistribusikan konten digital secara cepat, efisien, dan andal(Anuj Tyagi, 2022)(Sasikumar et al., 2023). Dalam konteks pembelajaran di sekolah, teknologi CDN berfungsi untuk menyimpan konten pembelajaran pada *cache server* lokal, sehingga guru dan siswa dapat mengakses materi seperti video, *e-book*, serta modul interaktif tanpa harus selalu bergantung pada koneksi internet eksternal.

CDN bekerja dengan cara mengambil konten dari server utama (origin server) kemudian menyalurnyanya ke server tepi (edge server) yang berlokasi lebih dekat dengan pengguna akhir(Makhkamov & Khasanov, 2023))(Triukose et al., 2009). Dengan mekanisme ini, setiap kali pengguna mengakses konten, sistem akan otomatis mengarahkan permintaan ke edge server terdekat. Konten yang telah diakses akan disimpan sementara dalam cache server, sehingga akses berikutnya menjadi lebih cepat dan efisien(Sarkar et al., 2016)(Ali et al., 2025). Proses ini tidak hanya mengurangi beban pada server utama dan penggunaan bandwidth(Gao & Zhu, 2023),

tetapi juga meningkatkan kecepatan serta stabilitas akses terhadap materi pembelajaran digital, terutama di daerah dengan keterbatasan jaringan seperti Kabupaten Morotai.

Selain teknologi CDN, sistem ini juga didukung oleh perangkat jaringan pendukung seperti router, access point, dan server lokal untuk membangun infrastruktur intranet sekolah(Zolfaghari et al., 2020)(Saroiu et al., 2002)(Jayakumar et al., 2018). Semua komponen tersebut diintegrasikan agar konten pembelajaran digital dapat diakses kapan saja secara lokal, mendukung kegiatan belajar-mengajar berbasis teknologi di lingkungan SMKS Bumi Moro.



Gambar 6. Desain Teknologi CDN untuk Digitalisasi sekolah

4 Pembahasan

Evaluasi hasil pengabdian masyarakat dilakukan untuk menilai sejauh mana intervensi teknologi dan kegiatan pendampingan yang dilaksanakan mampu menjawab permasalahan pembelajaran digital di sekolah mitra. Evaluasi difokuskan pada perubahan kondisi sebelum dan sesudah program, baik dari sisi infrastruktur teknologi, pemanfaatan sistem pembelajaran digital, maupun peningkatan kapasitas sumber daya manusia. Pengukuran dilakukan secara komprehensif dengan

mengombinasikan data kuantitatif dan kualitatif agar capaian program dapat dianalisis secara objektif dan terukur sesuai dengan konteks implementasi di wilayah 3T.

Hasil pelaksanaan program pengabdian masyarakat di SMKS Bumi Moro Kabupaten Morotai menunjukkan capaian yang terukur dan signifikan pada lima aspek utama, yaitu (1) peningkatan kinerja infrastruktur jaringan, (2) efektivitas sistem distribusi konten pembelajaran, (3) peningkatan pemanfaatan sistem pembelajaran digital, (4) peningkatan literasi dan kompetensi digital guru, serta (5) dampak terhadap ekosistem pembelajaran dan budaya inovasi sekolah. Penilaian terhadap kelima aspek tersebut diperoleh melalui kuesioner, wawancara, dan observasi langsung yang melibatkan guru, staf administrasi, dan siswa.

Pada aspek kinerja infrastruktur jaringan, implementasi teknologi *Content Delivery Network* (CDN) yang terintegrasi dengan koneksi internet berbasis Starlink menghasilkan peningkatan signifikan pada ketersediaan dan stabilitas akses pembelajaran digital di lingkungan sekolah. Hasil uji coba sistem menunjukkan bahwa pemasangan antena Starlink pada titik-titik strategis mampu mengatasi keterbatasan jangkauan sinyal yang sebelumnya terjadi, sehingga koneksi internet menjadi lebih stabil dan berkecepatan tinggi. Kondisi ini memungkinkan kegiatan pembelajaran berbasis teknologi berlangsung secara lebih lancar, termasuk pada area sekolah yang sebelumnya mengalami kendala jaringan.

Aspek kedua, yaitu efektivitas sistem distribusi konten pembelajaran, tercermin dari optimalnya kinerja CDN lokal dalam menyimpan dan mendistribusikan materi ajar digital. Sistem CDN berfungsi sebagai cache server lokal yang memungkinkan konten pembelajaran seperti video, modul elektronik, dan *e-book* diakses secara cepat dan konsisten tanpa ketergantungan penuh pada koneksi internet eksternal. Mekanisme ini terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth sekaligus mendukung keberlanjutan pembelajaran digital di wilayah 3T.

Pada aspek pemanfaatan sistem pembelajaran digital, terjadi peningkatan kemampuan guru dan siswa dalam mengakses serta

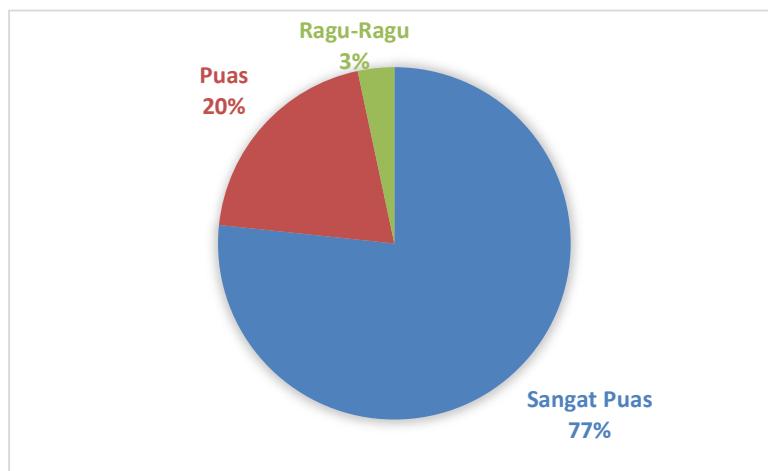
menggunakan *Learning Management System* (LMS) Moodle secara mandiri. Guru mampu mengelola kelas daring, mengunggah dan memperbarui materi pembelajaran, serta melaksanakan evaluasi secara digital dengan lebih efektif. Sementara itu, siswa menunjukkan peningkatan keaktifan dalam mengakses dan memanfaatkan konten pembelajaran digital tanpa mengalami keterlambatan waktu akses. Temuan ini diperkuat oleh hasil observasi dan kuesioner yang menunjukkan tingkat penerimaan dan kepuasan pengguna yang tinggi terhadap sistem yang diterapkan.

Aspek keempat berkaitan dengan peningkatan kualitas pembelajaran dan kompetensi digital guru sebagai dampak langsung dari penerapan sistem CDN, penguatan koneksi internet, serta kegiatan pelatihan dan pendampingan. Peningkatan kualitas pembelajaran tidak hanya diukur dari persepsi relevansi pelatihan, tetapi juga dari perubahan kinerja sistem pembelajaran digital sebelum dan sesudah implementasi CDN. Sebelum penerapan CDN, akses LMS Moodle dan materi pembelajaran digital sering mengalami keterlambatan dan gangguan akibat koneksi internet yang tidak stabil. Setelah CDN dan Starlink diimplementasikan, hasil observasi menunjukkan peningkatan signifikan pada kecepatan akses materi, ketebalan penggunaan LMS, serta frekuensi pemanfaatan konten pembelajaran digital dalam kegiatan belajar mengajar.

Dari sisi peningkatan akses pembelajaran digital, sistem CDN memungkinkan guru dan siswa mengakses materi pembelajaran secara lebih konsisten tanpa bergantung penuh pada koneksi internet eksternal. Guru lebih aktif mengunggah dan memperbarui materi pembelajaran, sementara siswa menunjukkan peningkatan intensitas akses terhadap modul, video pembelajaran, dan aktivitas LMS. Hal ini mengindikasikan bahwa perbaikan infrastruktur berdampak langsung pada keberlangsungan dan efektivitas proses pembelajaran digital di sekolah mitra.

Dampak terhadap guru dan siswa juga tercermin dari hasil evaluasi pelatihan. Survei terhadap 30 peserta menunjukkan bahwa sekitar 77% (23 orang) menyatakan sangat puas terhadap relevansi dan kesesuaian materi pelatihan dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah. Pelatihan

AI dan LMS memperoleh skor rata-rata sangat tinggi, mendekati nilai maksimum pada skala Likert, pada seluruh indikator penilaian, termasuk kejelasan tujuan, kemudahan penerapan dalam pembelajaran, metode penyampaian, serta kualitas materi pendukung. Lebih lanjut, hasil observasi pascapelatihan menunjukkan peningkatan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran digital secara mandiri dan meningkatnya partisipasi siswa dalam pembelajaran berbasis teknologi. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas pembelajaran di SMKS Bumi Moro merupakan hasil integrasi antara perbaikan kinerja sistem, peningkatan akses pembelajaran digital, serta penguatan kompetensi pengguna.



Gambar 7. Relevansi Materi dengan Kebutuhan

Dampak terhadap guru dan siswa tidak hanya tercermin dari tingkat kepuasan hasil survei pelatihan, tetapi juga dari indikator peningkatan literasi digital dan perubahan praktik pembelajaran yang teramati secara langsung. Peningkatan literasi digital guru ditunjukkan melalui kemampuan guru dalam (1) merancang dan mengunggah materi pembelajaran digital secara mandiri di LMS *Moodle*, (2) memanfaatkan fitur evaluasi daring seperti kuis dan penugasan berbasis sistem, serta (3) mengelola kelas digital secara berkelanjutan tanpa pendampingan intensif dari tim pelaksana. Hasil observasi pascapelatihan menunjukkan bahwa guru mulai menggeser metode pembelajaran dari pendekatan konvensional berbasis ceramah menuju pembelajaran berbasis teknologi yang lebih interaktif, selaras dengan prinsip *student-centered learning*.

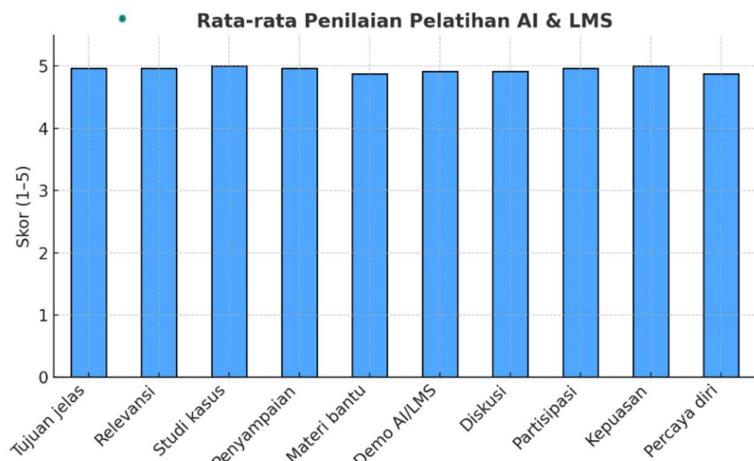
dan teori *constructivist learning*, di mana siswa didorong untuk aktif mengakses, mengeksplorasi, dan memaknai materi pembelajaran secara mandiri.

Perubahan praktik mengajar tersebut berdampak langsung pada peningkatan partisipasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran berbasis teknologi. Siswa tidak lagi berperan sebagai penerima materi pasif, tetapi terlibat aktif dalam mengakses konten digital, mengerjakan tugas daring, serta memanfaatkan sumber belajar yang tersedia pada LMS tanpa hambatan teknis jaringan. Integrasi antara peningkatan kinerja sistem melalui CDN dan Starlink, peningkatan akses pembelajaran digital, serta penguatan kompetensi guru membentuk ekosistem pembelajaran yang lebih adaptif dan efektif. Temuan ini menegaskan bahwa peningkatan kualitas pembelajaran di SMKS Bumi Moro tidak hanya bersifat teknis-infrastruktur, tetapi juga pedagogis, ditandai dengan perubahan strategi mengajar guru yang lebih kontekstual, interaktif, dan berorientasi pada penguatan literasi digital siswa.

Aspek terakhir adalah dampak terhadap ekosistem pembelajaran dan budaya inovasi sekolah. Pasca pelaksanaan kegiatan PkM, guru dan tenaga kependidikan mulai menginisiasi pemanfaatan teknologi digital secara lebih kolaboratif, seperti penggunaan LMS untuk pengelolaan kelas dan pemanfaatan teknologi AI dalam penyusunan materi serta evaluasi pembelajaran. Dampak ini mengindikasikan bahwa implementasi teknologi yang didukung oleh penguatan infrastruktur dan pendampingan berkelanjutan tidak hanya meningkatkan kompetensi individu, tetapi juga mendorong terbentuknya budaya pembelajaran yang adaptif, inovatif, dan berkelanjutan di SMKS Bumi Moro.

Untuk mengevaluasi efektivitas pelaksanaan program, dilakukan pengukuran melalui survei menggunakan skala Likert dengan rentang nilai 1–5 yang mencakup aspek kejelasan tujuan pelatihan, relevansi materi, metode penyampaian, kualitas materi pendukung, serta tingkat kepercayaan diri peserta dalam mengimplementasikan teknologi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pelatihan *Artificial Intelligence* (AI) dan *Learning Management System* (LMS) memperoleh nilai rata-rata pada kategori sangat tinggi, yaitu mendekati skor maksimum (5) pada hampir seluruh indikator penilaian. Temuan ini mengindikasikan bahwa kegiatan

pelatihan tidak hanya dipersepsikan relevan dan aplikatif oleh peserta, tetapi juga efektif dalam meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan kesiapan guru dalam menerapkan teknologi digital secara berkelanjutan dalam proses pembelajaran.



Gambar 8. Penilaian Pelatihan

Penerapan teknologi *Content Delivery Network* (CDN) di SMKS Bumi Moro menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi dengan kebutuhan sekolah di wilayah 3T yang memiliki keterbatasan konektivitas dan ketergantungan pada akses internet eksternal. CDN berfungsi sebagai solusi strategis dengan menyediakan penyimpanan konten pembelajaran secara lokal, sehingga akses terhadap materi digital menjadi lebih cepat, stabil, dan efisien meskipun koneksi internet mengalami fluktuasi. Integrasi CDN dengan koneksi internet berbasis Starlink memperkuat keandalan jaringan sekolah, sekaligus mengurangi hambatan teknis yang sebelumnya mengganggu implementasi pembelajaran digital berbasis LMS.

Dari sisi pembelajaran, penerapan teknologi ini berdampak positif terhadap peningkatan kompetensi digital guru dan siswa. Guru menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam mengelola pembelajaran daring, memanfaatkan LMS Moodle, serta mengintegrasikan media digital dalam proses belajar mengajar. Sementara itu, siswa menjadi lebih aktif dan mandiri dalam mengakses materi pembelajaran digital tanpa kendala waktu akses. Temuan ini mengindikasikan bahwa kesesuaian teknologi yang diterapkan tidak

hanya meningkatkan kinerja infrastruktur, tetapi juga berkontribusi langsung pada peningkatan kualitas pembelajaran dan penguatan ekosistem pembelajaran digital di sekolah wilayah 3T.

5 Kesimpulan

Pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat di SMKS Bumi Moro Kabupaten Morotai menunjukkan hasil nyata dalam penguatan pembelajaran berbasis teknologi di wilayah 3T melalui integrasi teknologi *Content Delivery Network* (CDN) dan koneksi internet berbasis Starlink. Implementasi CDN memungkinkan distribusi materi pembelajaran digital seperti video, *e-book*, dan modul interaktif secara lebih cepat dan efisien melalui penyimpanan konten pada cache lokal, sehingga ketergantungan terhadap koneksi internet eksternal dapat dikurangi secara signifikan. Dukungan konektivitas Starlink turut meningkatkan stabilitas dan kecepatan akses internet di lingkungan sekolah, yang sebelumnya menjadi kendala utama dalam penerapan pembelajaran digital. Dampak implementasi ini terlihat pada meningkatnya pemanfaatan Learning Management System (LMS) Moodle oleh guru dan siswa, meningkatnya kemandirian guru dalam mengelola kelas daring, serta bertambahnya partisipasi dan kemandirian siswa dalam mengakses sumber belajar digital. Selain aspek infrastruktur, kegiatan pelatihan dan pendampingan berkontribusi terhadap peningkatan literasi dan kompetensi digital guru, yang tercermin dari hasil evaluasi dengan kategori sangat tinggi pada hampir seluruh indikator penilaian. Berdasarkan capaian tersebut, direkomendasikan adanya strategi keberlanjutan melalui pembentukan tim teknis sekolah, pelatihan berkala bagi guru, serta penguatan kolaborasi antara sekolah, perguruan tinggi, pemerintah, dan mitra industri guna menjaga keberlangsungan infrastruktur dan pengembangan kapasitas sumber daya manusia. Dengan pendekatan integratif antara penguatan infrastruktur dan peningkatan kompetensi pengguna, program ini memberikan kontribusi praktis terhadap percepatan transformasi pendidikan digital di wilayah 3T dan berpotensi untuk diadaptasi pada sekolah lain dengan karakteristik permasalahan serupa.

6 Pengakuan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM ITB atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan ini, sehingga dapat berlangsung sesuai dengan rencana.

7 Referensi

- Ali, W., Fang, C., & Khan, A. (2025). A survey on the state-of-the-art CDN architectures and future directions. *Journal of Network and Computer Applications*, 236, 104106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jnca.2025.104106>
- Anuj Tyagi. (2022). Optimizing digital experiences with content delivery networks: Architectures, performance strategies, and future trends. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 7(2), 401–417. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2020.7.2.0230>
- Arif, N., Ernanda, E., Sartika, D., & Hidayati, H. (2022). Pelatihan Penggunaan Learning Management System bagi Tenaga Pengajar di SMA Negeri 8 Muaro Jambi. *Jurnal Inovasi, Teknologi Dan Dharma Bagi Masyarakat*, 4, 60–65. <https://doi.org/10.22437/jitdm.v4i3.23016>
- Azmi, K., Lalu Mukhtar, & Burhan, L. I. (2025). Peningkatan Kualitas Pendidikan Sekolah Dasar melalui Pendekatan Literasi Digital di Daerah 3T. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Inovasi Teknologi Tepat Guna*, 1(01), 1–11. <https://doi.org/10.63982/321eb302>
- Gao, L., & Zhu, X. (2023). ICN-Based Enhanced Content Delivery for CDN. *Future Internet*, 15(12), 1–22. <https://doi.org/10.3390/fi15120390>
- Irwan, Hamdi, & Supiyandi. (2022). Penerapan Learning Management System Untuk Pembelajaran Jarak Jauh Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat (JURIBMAS)*, 1(2), 62–66. <https://doi.org/10.62712/juribmas.v1i2.26>
- Jayakumar, S., Prakash, S., & Akki, C. B. (2018). An investigational study and analysis of cloud-based Content delivery network: Perspectives. *International Journal of Advanced Computer Science and*

- Applications*, 9(10), 307–314.
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.091037>
- Laila, D., Izzatul, R., & Miftah, M. (2025). Transformasi Digital di Dunia Pendidikan: Implementasi dan Dampak Teknologi Pembelajaran. *Journal of Science and Technology: Alpha*, 1(2), 37–41.
<https://doi.org/10.70716/alpha.v1i2.172>
- Makhkamov, B., & Khasanov, N. (2023). A survey of cache placement algorithms in content delivery networks. *E3S Web of Conferences*, 458. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345809004>
- Marpaung, H. J., Ramadhani, A., & Harahap, I. R. (2025). Analisis Kinerja Jaringan Internet Satelit Low Earth Orbit (Leo): Studi Kasus Starlink Dalam Penyediaan Akses Di Wilayah Terpencil Indonesia. *Journal of Science and Social Research*, 4307(3), 3544–3550.
<http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- Palau, C. E., Guerri, J. C., Esteve, M., Carvajal, F., & Molina, B. (2003). CCDN: campus content delivery network learning facility. *Proceedings 3rd IEEE International Conference on Advanced Technologies*, 465. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2003.1215188>
- Rindawan, R., Irmansyah, J., Kurniawan, E., Yusuf, R., & Suriatno, A. (2024). Penguatan Kapasitas Guru Dalam Pembelajaran Berbasis Teknologi di Sekolah Dasar Se-Kecamatan Praya Barat Daya. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 6(3), 468–484. <https://doi.org/10.36312/sasambo.v6i3.2043>
- Salahuddin, M. A., Sahoo, J., Glitho, R., Elbiaze, H., & Ajib, W. (2018). A Survey on Content Placement Algorithms for Cloud-Based Content Delivery Networks. *IEEE Access*, 6, 91–114.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2754419>
- Saman, S., & Wahyudi, A. (2025). Manajemen Inovasi Pendidikan Dalam Mengintegrasikan Teknologi Digital Di Sekolah Dasar: Peluang Dan Tantangan Sdn 1 Bumi Dipasena Mulya. *Edum Journal*, 8(1), 124–139. <https://doi.org/10.31943/edumjournal.v8i1.296>
- Sarkar, D., Rakesh, N., & Mishra, K. K. (2016). Content delivery networks:

- Insights and recent advancement. *2016 Fourth International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/PDGC.2016.7913113>
- Saroiu, S., Gummadi, K. P., Dunn, R. J., Gribble, S. D., & Levy, H. M. (2002). *An analysis of internet content delivery systems.* 315. <https://doi.org/10.1145/1060289.1060319>
- Sasikumar, M., Jayarin, P. J., & Vinnarasi, F. S. F. (2023). A Hierarchical Optimized Resource Utilization based Content Placement (HORCP) model for cloud Content Delivery Networks (CDNs). *Journal of Cloud Computing*, 12(1), 139. <https://doi.org/10.1186/s13677-023-00519-2>
- Surur, M., Suparto, A. A., Emyus, A. Z., Dewi, S. K., & Mursidin, Z. (2025). Basic Education Innovation: Enhancing Teacher Competence at SDN 1 Kedungdowo through Learning and Gamified Quizizz. *GUYUB: Journal of Community Engagement*, 6(3), 610–632. <https://doi.org/10.33650/guyub.v6i3.12291>
- Syambas, N. R., Ahdan, S., Hamidi, E. A. Z., Negara, R. M., Mayasari, R., Nurhayati, A., Nurkahfi, G. N., Jupriyadi, J., Sucipto, A., Arifin, H. N., & Tulloh, R. (2025). Implementasi Teknologi Content Delivery Network (CDN) Sebagai Akselerasi Digitalisasi Sekolah. *GUYUB: Journal of Community Engagement*, 6(1), 290–313. <https://doi.org/10.33650/guyub.v6i1.9812>
- Syambas, N. R., Syaiful Ahdan, Eki Ahmad Zaki Hamidi, Negara, R. M., Ratna Mayasari, Ade Nurhayati, Galih Nugraha Nurkahfi, Jupriyadi Jupriyadi, Adi Sucipto, & Arifin, H. N. (2023). Peningkatan Kualitas Pembelajaran Melalui Pengembangan Content Delivery Network Di SMK Yayasan Pesantren Cintawana Tasikmalaya. *Al Khidmat*, 6(2), 142–150. <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.15575/jak.v6i2.29602>
- Triukose, S., Al-Qudah, Z., & Rabinovich, M. (2009). Content delivery networks: Protection or threat? *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 5789 LNCS, 371–389.

https://doi.org/10.1007/978-3-642-04444-1_23

Turker, M. A. (2004). Content delivery networks and their roles in eLearning. *Proceedings of the IEEE 12th Signal Processing and Communications Applications Conference, 2004.*, 359–362. <https://doi.org/10.1109/SIU.2004.1338334>

Usman, N., Faisal, M., Wahyuni, S., Ishak, L. F., Syafar, A. M., Saharuddin, S., Nurdiansyah, N., & Hidayat, A. M. N. (2025). Enhancing Faculty Digital Competence through Learning Management System Training: A Case Study at STMIK Profesional Makassar. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 5(3), 1266–1278. <https://doi.org/10.70609/i-com.v5i3.7787>

Wang, X., & Chen, X. (2023). Social Attributes-Based Content Delivery for Sparse Vehicular Content-Centric Network. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 24(12), 14406–14414. <https://doi.org/10.1109/TITS.2023.3292216>

Yulisetiani, S., Hatta, P., & Arisyagama, Y. H. (2025). Peningkatan Kompetensi Digital Guru SD melalui Pelatihan Pengembangan Pusat Sumber Belajar Digital Berbasis Cloud Computing. *DEDIKASI: Community Service Reports*, 7(2), 65. <https://doi.org/10.20961/dedikasi.v7i2.94963>

Zolfaghari, B., Srivastava, G., Roy, S., Nemati, H. R., Afghah, F., Koshiba, T., Razi, A., Bibak, K., Mitra, P., & Rai, B. K. (2020). Content Delivery Networks: State of the Art, Trends, and Future Roadmap. *ACM Comput. Surv.*, 53(2). <https://doi.org/10.1145/3380613>