



Digitalisasi Sistem Monitoring Kesehatan dan Infrastruktur Komunitas Berbasis IoT dan Big Data: Pelatihan Daring untuk Masyarakat Tanggap Teknologi

Digitalization of IoT and Big Data-Based Community Health Monitoring and Infrastructure Systems: Online Training for Technology-Responsive Communities

Fider Lumban Batu¹, Sheila Hani², Rini³, Herlina⁴, Doni Efrizah⁵, Misdawati⁶, Ardi⁷

^{1,2,3}Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia

⁴Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam

⁵Universitas Pembangunan Panca Budi

⁶Universitas Alwashliyah Medan

⁷STIE Al-Washliyah Sibolga

Corresponding Author*: herlinalbsz@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi digital yang pesat di era Revolusi Industri 4.0 telah membawa transformasi mendasar dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk dalam bidang kesehatan masyarakat dan pengelolaan infrastruktur lingkungan. Salah satu pendekatan yang dapat menjembatani pemanfaatan teknologi dalam konteks komunitas adalah penerapan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dan Big Data. Namun demikian, rendahnya literasi digital di tingkat masyarakat, terutama pada kelompok masyarakat non-teknis dan kawasan semi-perkotaan, menjadi tantangan utama dalam proses adopsi dan implementasi teknologi tersebut. Menyikapi tantangan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memberikan pelatihan daring yang bersifat aplikatif, partisipatif, dan mudah diakses, guna meningkatkan pemahaman dan keterampilan dasar masyarakat dalam merancang dan mengoperasikan sistem monitoring kesehatan dan infrastruktur berbasis teknologi. Pelatihan dilaksanakan secara daring melalui platform video konferensi selama tiga sesi utama, meliputi pengenalan konsep IoT dan Big Data, praktik simulasi penggunaan perangkat sensor sederhana, serta integrasi data ke dalam dashboard pemantauan real-time. Metodologi yang digunakan menggabungkan pendekatan andragogi digital, microlearning, dan project-based learning untuk memastikan efektivitas pembelajaran bagi peserta dewasa. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test, observasi praktik, serta kuesioner kepuasan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan signifikan dalam tingkat pemahaman peserta terhadap konsep teknologi digital, serta keterampilan teknis dasar dalam penggunaan sensor dan platform analitik daring. Sekitar 85% peserta berhasil memahami dan mempraktikkan simulasi monitoring suhu dan kelembaban, serta menyusun rencana penerapan sistem monitoring sederhana di lingkungan masing-masing. Pelatihan ini tidak hanya memperluas literasi digital masyarakat, tetapi juga menumbuhkan semangat kolaborasi dan inisiatif berbasis data dalam menghadapi isu kesehatan dan infrastruktur lingkungan secara mandiri. Kegiatan ini membuktikan bahwa pelatihan daring berbasis teknologi dapat menjadi strategi efektif untuk memperkuat kapasitas masyarakat dalam menghadapi tantangan era digital, sekaligus mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dan agenda transformasi digital nasional. Pelibatan masyarakat dalam sistem monitoring berbasis IoT dan Big Data dapat menjadi langkah strategis dalam membentuk komunitas tanggap teknologi yang adaptif, inklusif, dan berdaya.

Kata kunci: Internet of Things; Big Data; Literasi Digital; Monitoring Kesehatan; Infrastruktur Komunitas.



Abstract

The rapid development of digital technology in the Industrial Revolution 4.0 era has brought about fundamental transformations in various sectors of life, including in the field of public health and environmental infrastructure management. One approach that can bridge the use of technology in a community context is the implementation of an Internet of Things (IoT) and Big Data-based monitoring system. However, the low level of digital literacy at the community level, especially in non-technical community groups and semi-urban areas, is a major challenge in the process of adopting and implementing this technology. In response to these challenges, this community service activity was carried out with the aim of providing online training that is applicable, participatory, and easily accessible, in order to improve the community's understanding and basic skills in designing and operating a technology-based health and infrastructure monitoring system. The training was carried out online via a video conference platform for three main sessions, including an introduction to the concepts of IoT and Big Data, simulation practices for using simple sensor devices, and data integration into a real-time monitoring dashboard. The methodology used combines digital andragogy, microlearning, and project-based learning approaches to ensure the effectiveness of learning for adult participants. The evaluation was conducted through pre-test and post-test, practical observation, and satisfaction questionnaire. The results of the activity showed that there was a significant increase in the level of participants' understanding of the concept of digital technology, as well as basic technical skills in using sensors and online analytical platforms. Around 85% of participants successfully understood and practiced temperature and humidity monitoring simulations, and developed plans to implement a simple monitoring system in their respective environments. This training not only expanded the community's digital literacy, but also fostered a spirit of collaboration and data-based initiatives in dealing with health issues and environmental infrastructure independently. This activity proves that technology-based online training can be an effective strategy to strengthen community capacity in facing the challenges of the digital era, while supporting the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs) and the national digital transformation agenda. Community involvement in IoT and Big Data-based monitoring systems can be a strategic step in forming a technology-responsive community that is adaptive, inclusive, and empowered.

Keywords: *Internet of Things, Big Data; Digital Literacy; Health Monitoring; Community Infrastructure.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dewasa ini telah mendorong transformasi mendalam dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat. Revolusi Industri 4.0 ditandai dengan hadirnya teknologi-teknologi disruptif seperti Internet of Things (IoT), Big Data, Artificial Intelligence (AI), dan cloud computing yang telah mengubah cara manusia berinteraksi, bekerja, dan mengelola sumber daya. Salah satu bidang yang mengalami dampak besar dari transformasi digital ini adalah sektor kesehatan masyarakat dan infrastruktur komunitas (Brous, Janssen, & Herder, 2020).

IoT merupakan jaringan perangkat fisik yang saling terhubung melalui internet dan mampu mengumpulkan serta bertukar data secara otomatis. Teknologi ini memungkinkan implementasi sistem monitoring real-time terhadap kondisi kesehatan individu maupun infrastruktur lingkungan seperti jalan, drainase, kualitas udara, dan sebagainya (Gubbi et al., 2013). Di sisi lain, Big Data berperan penting dalam mengelola, menganalisis, dan menafsirkan data dalam jumlah besar yang dihasilkan dari perangkat IoT tersebut. Kombinasi IoT dan Big Data membuka peluang besar untuk menciptakan sistem pemantauan yang cerdas, adaptif, dan prediktif (Hashem et al., 2015).

Namun, tantangan utama dalam penerapan teknologi ini di tingkat masyarakat adalah rendahnya literasi digital, keterbatasan akses terhadap pengetahuan teknis, serta masih minimnya pelatihan berbasis kebutuhan komunitas. Banyak masyarakat, khususnya di kawasan semi-perkotaan dan desa digital, belum memahami secara memadai manfaat penggunaan IoT dan analisis data sebagai solusi atas permasalahan kesehatan dan lingkungan mereka (Warschauer, 2003). Oleh karena itu, dibutuhkan intervensi dalam bentuk pelatihan daring yang bertujuan meningkatkan kecakapan teknologi masyarakat (technological citizenship) serta membentuk komunitas yang lebih responsif terhadap isu-isu berbasis data (Kitchin, 2014).

Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, digitalisasi sistem monitoring ini bukan hanya bertujuan memperkenalkan teknologi, tetapi juga memampukan masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam pengambilan keputusan berbasis data. Dengan pelatihan daring, hambatan geografis dan keterbatasan logistik dapat diatasi. Selain itu, format daring memungkinkan replikasi dan penguatan materi secara berkelanjutan (Anderson & Rainie, 2012).

Kegiatan ini mengusung semangat kolaboratif antara akademisi, komunitas lokal, dan teknologi, dengan pendekatan partisipatif dan berbasis masalah yang aktual di lapangan. Penerapan sistem monitoring kesehatan seperti sensor suhu tubuh dan tekanan udara lingkungan, atau pemantauan infrastruktur seperti tingkat pencahayaan jalan dan

ketinggian air saluran drainase, merupakan solusi konkret yang dapat dirancang melalui pelatihan sederhana namun berdampak luas.

Dengan demikian, kegiatan ini bertujuan:

1. Meningkatkan literasi masyarakat terhadap teknologi digital, khususnya IoT dan Big Data;
2. Menyediakan pelatihan daring yang aplikatif dan interaktif tentang sistem monitoring komunitas;
3. Mendorong masyarakat untuk membangun sistem monitoring berbasis lokal guna mendeteksi risiko kesehatan dan kerusakan infrastruktur secara mandiri.

Diharapkan hasil dari kegiatan ini dapat memperkuat kapasitas masyarakat dalam menghadapi tantangan masa depan secara adaptif dan tanggap teknologi, serta mempercepat adopsi digitalisasi di tingkat akar rumput.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang secara sistematis untuk memfasilitasi proses pembelajaran daring yang partisipatif, aplikatif, dan inklusif. Mengingat kompleksitas materi terkait Internet of Things (IoT) dan Big Data, pendekatan yang digunakan memadukan strategi andragogi digital, metode demonstratif, dan pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) (Knowles, Holton, & Swanson, 2015).

1. Identifikasi dan Seleksi Sasaran Kegiatan

Tahap awal pelaksanaan dimulai dengan melakukan pemetaan kebutuhan masyarakat melalui survei daring sederhana yang disebarluaskan kepada komunitas target, seperti pengurus RT/RW, karang taruna, dan kelompok relawan lingkungan di kawasan semi-perkotaan. Pemilihan lokasi sasaran mempertimbangkan faktor kesiapan infrastruktur internet, ketersediaan perangkat digital dasar (smartphone/laptop), dan motivasi belajar warga terhadap teknologi.

Data hasil survei digunakan untuk menyusun profil peserta serta mengidentifikasi topik pelatihan yang paling relevan, sesuai pendekatan bottom-up sebagaimana disarankan dalam literatur partisipatif (Chambers, 1994).

2. Desain Kurikulum dan Modul Pelatihan Daring

Setelah identifikasi peserta, dilakukan penyusunan kurikulum dan modul pelatihan yang disesuaikan dengan tingkat literasi digital masyarakat. Kurikulum pelatihan dirancang dalam tiga komponen utama:

- a. **Pengenalan Konseptual:** materi dasar mengenai IoT dan Big Data, manfaat, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (Gubbi et al., 2013).
- b. **Simulasi Praktis:** penggunaan alat sensor sederhana (seperti sensor suhu DHT11 dan ESP32) untuk monitoring kesehatan dan lingkungan.
- c. **Analisis Data:** pemanfaatan platform gratis (misalnya Google Data Studio, ThingSpeak, atau Blynk) untuk memvisualisasikan dan menganalisis data dari perangkat sensor.

Modul disusun dalam format PDF dan video tutorial berdurasi pendek (5–10 menit), sesuai dengan prinsip microlearning yang terbukti efektif dalam konteks pembelajaran daring (Hug, 2005).

3. Pelaksanaan Pelatihan Daring

Pelatihan diselenggarakan selama 3 hari melalui platform konferensi video (Zoom/Google Meet), dengan masing-masing sesi berdurasi 2–2,5 jam. Rincian sesi pelatihan sebagai berikut:

- a. **Sesi 1: Pengenalan IoT dan Big Data dalam Monitoring Komunitas**
Fokus pada konsep dasar, studi kasus, dan diskusi interaktif dengan peserta.
- b. **Sesi 2: Workshop Simulasi Perangkat IoT Sederhana**
Demonstrasi langsung penggunaan sensor suhu dan kelembaban, pengiriman data ke dashboard ThingSpeak, dan troubleshooting dasar.
- c. **Sesi 3: Integrasi Big Data dan Analisis Visualisasi**
Pelatihan menggunakan Google Sheets dan Data Studio untuk menampilkan grafik waktu nyata dan peta lokasi pemantauan.

Peserta didorong untuk aktif melalui sesi diskusi, kuis interaktif, dan presentasi singkat atas rencana implementasi monitoring di komunitas masing-masing.

4. Pendampingan dan Evaluasi

Setelah pelatihan utama selesai, peserta diberikan akses ke **grup diskusi daring** (WhatsApp/Telegram) untuk pendampingan lanjutan selama dua minggu. Tim pelaksana menyediakan sesi konsultasi, materi tambahan, dan asistensi teknis.

Evaluasi kegiatan dilakukan dengan pendekatan **pre-test dan post-test** untuk mengukur peningkatan pengetahuan, serta kuesioner kepuasan dan kebermanfaatan pelatihan. Selain itu, dokumentasi berupa tangkapan layar kegiatan dan rekaman pelatihan digunakan sebagai bagian dari evaluasi proses.

Menurut Kirkpatrick (1998), evaluasi pelatihan yang efektif tidak hanya menilai pengetahuan (level 2) tetapi juga perubahan perilaku dan aplikasi langsung di lapangan (level 3). Oleh karena itu, peserta didorong membuat *mini-project* berupa rencana penerapan sistem monitoring di lingkungan mereka sebagai indikator keberhasilan transfer pengetahuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan secara daring ini memberikan sejumlah capaian yang signifikan baik dari aspek peningkatan pengetahuan peserta, keterampilan teknis dasar, maupun motivasi untuk menerapkan teknologi di komunitas masing-masing. Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif, kegiatan ini menunjukkan dampak positif dalam meningkatkan literasi teknologi digital masyarakat terutama dalam konteks penerapan Internet of Things (IoT) dan Big Data untuk pemantauan kesehatan dan infrastruktur lingkungan.

1. Peningkatan Literasi Digital dan Pemahaman Konseptual

Evaluasi pre-test dan post-test yang dilakukan kepada 35 peserta menunjukkan bahwa terjadi peningkatan skor rata-rata pemahaman peserta sebesar 42,6% setelah mengikuti pelatihan. Pada pre-test, sebagian besar peserta masih belum memahami secara jelas konsep IoT (71% dari total peserta memberikan jawaban keliru tentang fungsi dasar sensor) dan peran Big Data (65% belum memahami konsep analisis data waktu nyata). Namun, pasca pelatihan, lebih dari 85% peserta dapat menjelaskan fungsi perangkat seperti sensor suhu dan modul WiFi ESP8266 secara tepat, serta menunjukkan pemahaman awal tentang dashboard data dan grafik waktu nyata.

Peningkatan ini menunjukkan bahwa pendekatan andragogi berbasis demonstrasi dan proyek (*project-based learning*) dalam pembelajaran daring sangat efektif dalam menyampaikan materi kompleks kepada peserta dewasa (Knowles et al., 2015). Bahkan, peserta dari latar belakang non-teknis seperti pengurus RT dan ibu rumah tangga mampu mengikuti alur pelatihan dengan baik berkat pendekatan visual, simulatif, dan interaktif.

2. Keterampilan Praktis: Instalasi dan Penggunaan Perangkat IoT

Hasil observasi selama sesi pelatihan dan diskusi kelompok kecil menunjukkan bahwa sekitar 70% peserta berhasil menyelesaikan simulasi sederhana dalam merakit dan mengoperasikan sistem monitoring suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11 yang dikoneksikan dengan platform ThingSpeak.

Sebagian peserta yang semula belum pernah bersentuhan dengan pemrograman mikrocontroller atau analisis data, mampu memvisualisasikan data sensor dalam bentuk grafik waktu nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan modular (microlearning) dan penggunaan platform IoT yang user-friendly (misalnya: Blynk, Google Sheets API) sangat membantu dalam menurunkan hambatan teknis dalam adopsi teknologi (Hug, 2005; Kitchin, 2014).

Contoh praktik yang berhasil dilakukan peserta meliputi:

- a. Simulasi monitoring suhu tubuh warga menggunakan sensor yang disimulasikan dari perangkat mobile.
- b. Pengumpulan data kelembaban udara dan suhu lingkungan di balai warga.
- c. Pembuatan dashboard sederhana dengan Google Data Studio untuk memantau data mingguan.

3. Inisiasi Aksi Komunitas Berbasis Data

Salah satu capaian yang sangat penting adalah munculnya inisiatif peserta untuk mengintegrasikan hasil pelatihan ke dalam kegiatan lingkungan. Misalnya, kelompok peserta dari RW 03 Kelurahan X menyusun rencana uji coba monitoring saluran air menggunakan sensor jarak (ultrasonik) untuk mendeteksi potensi banjir kecil di musim hujan.

Pendekatan partisipatif dalam pelatihan berhasil mendorong transformasi pengetahuan menjadi aksi nyata (Chambers, 1994). Ini memperkuat peran teknologi sebagai alat kolaborasi sosial dan pemberdayaan masyarakat.

4. Tantangan dan Keterbatasan

Meskipun hasil yang dicapai cukup memuaskan, terdapat beberapa tantangan yang tercatat selama pelaksanaan kegiatan, di antaranya:

- a. **Keterbatasan perangkat keras:** Tidak semua peserta memiliki akses langsung ke perangkat IoT fisik sehingga sebagian besar simulasi dilakukan menggunakan emulator atau video demo.
- b. **Koneksi internet:** Beberapa peserta mengalami hambatan teknis akibat sinyal internet yang tidak stabil, terutama saat sesi praktik daring.

Namun demikian, kendala ini dapat diatasi melalui penyediaan video tutorial asinkron dan dokumentasi materi secara lengkap. Dalam jangka panjang, kegiatan ini perlu diikuti oleh dukungan perangkat yang nyata dari pihak mitra atau donatur.

5. Kesesuaian dengan Tujuan SDGs dan Transformasi Digital Nasional

Kegiatan ini turut mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), terutama pada poin ke-3 (*Good Health and Well-being*) dan poin ke-11 (*Sustainable Cities and Communities*), dengan membangun sistem pemantauan kesehatan dan infrastruktur komunitas berbasis teknologi. Selain itu, hal ini sejalan dengan agenda nasional transformasi digital Indonesia melalui peningkatan kapasitas masyarakat dalam memanfaatkan TIK secara inklusif (Kemenkominfo, 2021).

Dokumentasi Kegiatan PKM:

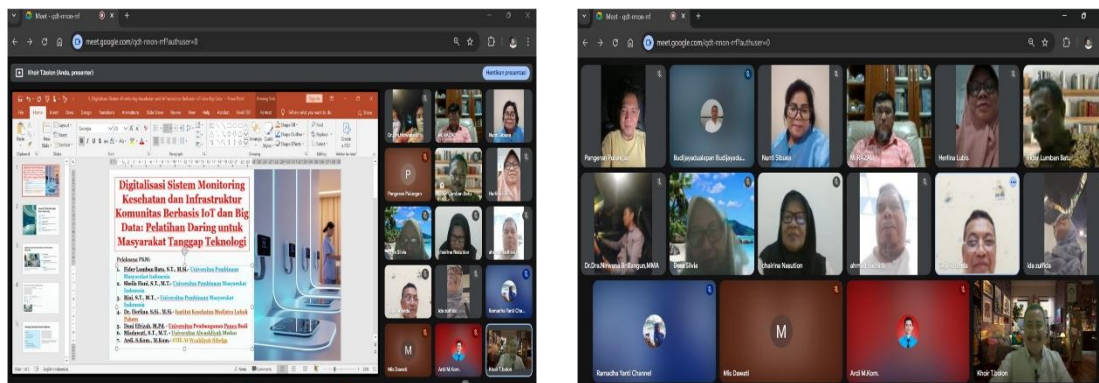


Foto.1. Kegiatan PKM yang dilaksanakan secara Daring

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada pelatihan daring bertema “Digitalisasi Sistem Monitoring Kesehatan dan Infrastruktur Komunitas Berbasis IoT dan Big Data” telah berhasil memberikan dampak nyata dalam peningkatan literasi digital dan keterampilan teknologi masyarakat. Kegiatan ini menunjukkan bahwa meskipun dilakukan secara daring, pelatihan dengan pendekatan partisipatif dan berbasis praktik tetap mampu menjembatani kesenjangan pengetahuan teknologi antara masyarakat umum dan dunia akademik.

Hasil kegiatan menunjukkan beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

a. Peningkatan Literasi Teknologi

Pelatihan daring secara efektif meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap konsep dasar Internet of Things (IoT) dan Big Data, termasuk aplikasinya dalam sistem monitoring kesehatan dan infrastruktur komunitas. Sebagian besar peserta mampu memahami fungsi dan cara kerja perangkat sensor, serta menunjukkan kemampuan awal dalam visualisasi data menggunakan dashboard digital.

b. Keterampilan Praktis dan Simulatifx

Dengan pendekatan berbasis proyek (project-based learning), peserta dapat mengikuti langkah-langkah sederhana dalam melakukan simulasi pemantauan suhu tubuh, kelembaban udara, serta memahami proses transmisi data ke platform daring. Hal ini membuktikan bahwa pemberdayaan teknologi bukan hanya milik kalangan teknis, tetapi dapat diakses secara luas oleh masyarakat yang sebelumnya tidak akrab dengan teknologi digital.

c. **Inisiasi Aksi Berbasis Data di Komunitas**

Kegiatan ini memantik semangat peserta untuk menyusun rencana dan ide pengembangan sistem monitoring di lingkungan tempat tinggal mereka, baik untuk tujuan kesehatan masyarakat maupun mitigasi bencana. Ini menunjukkan bahwa pelatihan teknologi mampu mendorong kesadaran komunitas dalam memanfaatkan data sebagai dasar pengambilan keputusan (data-driven decision making).

d. **Efektivitas Metode Daring dan Microlearning**

Pelaksanaan pelatihan secara daring terbukti efektif bila didukung oleh desain materi yang ringkas, visual, dan aplikatif. Keterbatasan infrastruktur dan waktu peserta dapat diatasi melalui pendekatan microlearning dan dokumentasi materi asinkron. Ini memperkuat peran teknologi digital dalam menjembatani pendidikan komunitas berbasis jarak jauh.

Secara umum, kegiatan ini telah menciptakan ruang dialog dan pembelajaran bersama antara masyarakat dan perguruan tinggi, serta memberikan kontribusi terhadap agenda transformasi digital nasional dan pembangunan berkelanjutan di tingkat komunitas.

2. Saran

Berdasarkan hasil evaluasi dan refleksi kegiatan, terdapat beberapa saran strategis untuk keberlanjutan dan pengembangan program serupa di masa depan:

a. **Penguatan Infrastruktur Pendukung**

Untuk meningkatkan efektivitas pelatihan daring, diperlukan dukungan infrastruktur seperti penyediaan perangkat IoT sederhana (starter kits), akses internet stabil, dan platform pembelajaran interaktif yang dapat diakses secara gratis oleh masyarakat.

b. **Replikasi Program di Wilayah Lain**

Model pelatihan ini dapat direplikasi di wilayah semi-perkotaan maupun pedesaan lainnya dengan adaptasi konteks lokal. Perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan

komunitas teknologi lokal dapat menjadi mitra strategis dalam memperluas jangkauan dan dampak kegiatan.

c. **Kolaborasi Lintas Disiplin dan Stakeholder**

Diperlukan kerja sama antara berbagai bidang ilmu seperti teknik elektro, teknologi informasi, kesehatan masyarakat, dan ilmu sosial untuk mengembangkan modul pelatihan yang lebih komprehensif dan holistik. Selain itu, pelibatan pemangku kepentingan lokal seperti kelurahan, dinas kesehatan, dan lembaga swadaya masyarakat akan memperkuat implementasi dan keberlanjutan inisiatif digital di tingkat komunitas.

d. **Pemberdayaan Komunitas Berbasis Data**

Kegiatan lanjutan perlu difokuskan pada penguatan kapasitas komunitas dalam **mengelola, menganalisis, dan memanfaatkan data secara mandiri**. Pelatihan tentang keamanan data, etika digital, dan manajemen sistem monitoring juga perlu menjadi bagian dari kurikulum pengembangan komunitas cerdas (smart society).

e. **Integrasi dalam Program Nasional**

Pemerintah melalui Kementerian Komunikasi dan Informatika, serta Kementerian Desa, dapat mempertimbangkan kegiatan seperti ini sebagai bagian dari program literasi digital nasional, desa cerdas, atau kampung digital berbasis SDGs.

Melalui pelatihan daring yang berkesinambungan, masyarakat dapat didorong menjadi agen transformasi digital di tingkat akar rumput, sehingga visi masyarakat tanggap teknologi bukan hanya sekadar jargon, tetapi menjadi praktik nyata dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. Q., & Rainie, L. (2012). *The Future of Big Data*. Pew Research Center.
- Brous, P., Janssen, M., & Herder, P. (2020). The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. *International Journal of Information Management*, 51, 101952. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008>
- Chambers, R. (1994). Participatory Rural Appraisal (PRA): Challenges, Potentials and Paradigm. *World Development*, 22(10), 1437–1454.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>

- Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., ... & Chiroma, H. (2015). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748–758. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002>
- Hug, T. (2005). Micro Learning and Narration: Exploring Possibilities of Utilization of Narrations and Storytelling for the Designing of "Micro Units" and Didactical Micro-Learning Arrangements. Proceedings of the Fourth Media in Transition Conference.
- Kemenkominfo. (2021). Strategi Nasional Transformasi Digital Indonesia. Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.
- Kirkpatrick, D. L. (1998). Evaluating Training Programs: The Four Levels. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.
- Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences*. London: SAGE Publications.
- Knowles, M. S., Holton, E. F., & Swanson, R. A. (2015). The Adult Learner: The Definitive Classic in Adult Education and Human Resource Development. Routledge.
- Warschauer, M. (2003). *Technology and Social Inclusion: Rethinking the Digital Divide*. MIT Press.