

OPTIMALISASI INFRASTRUKTUR DASAR LINGKUNGAN DESA KAMBINGAN

*Javier Thoriq Muhammad¹, Muhammad Ainul Yaqin², Muhammad Dimas Agustian³,
Dhurrotul Fitri Sahira⁴, Putri Aisyiyah Rakhma Devi⁵*

Correspondence

Universitas Muhammadiyah Gresik

javierthoriqmuhammad@gmail.com¹, mhmdyaqin00@gmail.com²,
dimasagustian432@gmail.com³, dhurrotulfitri@gmail.com⁴,
deviaaisyiyah@umq.ac.id⁵

Abstrak

Penelitian Pembangunan desa yang berkelanjutan memerlukan sinergi antara ketersediaan data spasial yang akurat dan perencanaan infrastruktur yang kokoh. Desa Kambingan, Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik, selama ini menghadapi tantangan berupa ketiadaan peta infrastruktur yang terintegrasi serta adanya ancaman degradasi lahan di area waduk Dusun Karang an akibat faktor abrasi air dan tingginya beban aktivitas kendaraan. Melalui program KKN Tematik ini, tim mahasiswa Teknik Sipil menginisiasi program optimalisasi infrastruktur dasar yang mengintegrasikan inventarisasi aset desa dengan penyusunan dokumen perencanaan teknis yang komprehensif. Metode yang digunakan adalah pendekatan campuran yang menggabungkan survei lapangan terstruktur, pemetaan partisipatif bersama perangkat desa, serta visualisasi kartografis digital memanfaatkan perangkat lunak Google Earth dan AutoCAD 2026. Rangkaian kegiatan ini menghasilkan sebuah sistem informasi spasial berupa Peta Infrastruktur Bangunan Desa yang memvisualisasikan sebaran fasilitas pendidikan, kesehatan, peribadatan, hingga jaringan jalan di Dusun Kambingan dan Dusun Karang an guna mendukung transparansi tata kelola wilayah. Sejalan dengan itu, disusun pula dokumen Detail Engineering Design (DED) untuk rekonstruksi Dinding Penahan Tanah (DPT) sepanjang 21,3 meter. Perencanaan teknis ini mencakup penggunaan perkuatan fondasi cerucuk bambu $\varnothing$ 120 mm sedalam 2 meter untuk stabilitas tanah lunak serta penggunaan material beton bertulang bermutu 350 MPa demi menjamin ketahanan struktur terhadap abrasi waduk dalam jangka panjang. Hasil pengabdian ini menyimpulkan bahwa penguatan basis data spasial dan standarisasi teknis merupakan langkah krusial dalam mitigasi bencana serta perencanaan pembangunan desa yang berbasis bukti.

Kata kunci: Peta Infrastruktur, Dinding Penahan Tanah (DPT), Desa Kambingan, AutoCAD 2026, Mitigasi Longsor, Teknik Sipil.

Abstract

Sustainable village development requires a synergy between the availability of accurate spatial data and robust infrastructure planning. Kambingan Village, located in Cerme District, Gresik Regency, has long faced challenges due to the lack of integrated infrastructure mapping and the threat of land degradation in the Dusun Karang an pond area caused by water abrasion and heavy vehicle loads. Through this Thematic KKN

program, Civil Engineering students initiated an infrastructure optimization program that integrates village asset inventory with the preparation of comprehensive technical planning documents. The methodology employed a mixed-method approach, combining structured field surveys, participatory mapping with village officials, and digital cartographic visualization using Google Earth and AutoCAD 2026 software. These activities resulted in a spatial information system in the form of a Village Building Infrastructure Map, visualizing the distribution of educational, healthcare, and religious facilities, as well as the road networks in Dusun Kambingan and Dusun Karangan to support transparent regional governance. Concurrently, a Detail Engineering Design (DED) document was developed for the reconstruction of a 21.3-meter-long Soil Retaining Wall. The technical planning includes the use of $\varnothing$ 120 mm bamboo pile foundation reinforcement at a depth of 2 meters for soft soil stability and the use of 350 MPa grade reinforced concrete to ensure long-term structural resistance against pond abrasion. The results of this service conclude that strengthening spatial databases and technical standardization are crucial steps in disaster mitigation and evidence-based village development planning.

Keywords: Infrastructure Map, Retaining Wall (DPT), Kambingan Village, AutoCAD 2026, Civil Engineering

PENDAHULUAN

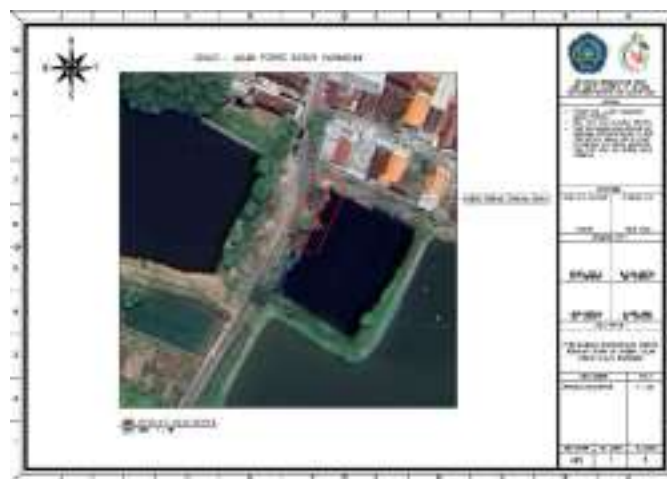
Pembangunan infrastruktur dasar desa merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung peningkatan kualitas hidup masyarakat serta menunjang aktivitas sosial dan ekonomi. Infrastruktur yang baik tidak hanya berfungsi sebagai sarana pendukung mobilitas, tetapi juga sebagai elemen penting dalam menjaga keselamatan lingkungan, khususnya pada wilayah yang memiliki potensi risiko seperti longsor dan kerusakan lereng [1]. Desa Kambingan yang terletak di Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik, merupakan salah satu desa yang memiliki karakteristik wilayah dengan dua dusun, yaitu Dusun Kambingan dan Dusun Karangan. Dalam pelaksanaannya, masih terdapat beberapa permasalahan terkait infrastruktur dasar, seperti keterbatasan informasi spasial desa serta adanya potensi kerusakan pada area tertentu, khususnya pada wilayah waduk dan jalan poros di Dusun Karangan yang memiliki risiko fatal terhadap kestabilan lereng [2]. Selain itu, belum tersedianya peta desa yang informatif dan mudah diakses oleh masyarakat menjadi kendala dalam penyampaian informasi terkait lokasi fasilitas umum dan bangunan desa. Hal ini juga berdampak pada kurang optimalnya fungsi monitoring, evaluasi, dan pengendalian infrastruktur oleh jajaran perangkat desa [3].

Berdasarkan realitas kondisi tersebut, mahasiswa Kuliah Kerja Nyata (KKN) dari Program Studi Teknik Sipil melaksanakan program kerja terintegrasi dengan tema “Optimalisasi Infrastruktur Dasar Lingkungan Desa Berbasis Partisipasi Masyarakat”. Program ini secara khusus difokuskan pada penyusunan peta desa sebagai media informasi dan kontrol infrastruktur keruangan, serta perumusan perencanaan teknis Dinding Penahan Tanah (DPT) sebagai solusi terukur terhadap permasalahan krisis geoteknik yang ada di lapangan [4]. Fasilitas umum desa merupakan infrastruktur dan sarana pelayanan yang digunakan oleh masyarakat secara kolektif untuk memenuhi kebutuhan dasar kehidupan sehari-hari. Cakupan fasilitas ini sangat luas, meliputi sarana pendidikan tinggi maupun dasar, fasilitas kesehatan primer, tempat peribadatan, sarana tata kelola pemerintahan, infrastruktur transportasi darat, hingga infrastruktur sumber daya air. Keberadaan, sebaran tata letak, kondisi fisik, dan aksesibilitas fasilitas-fasilitas tersebut secara langsung memengaruhi kualitas kehidupan masyarakat serta efektivitas penyelenggaraan pemerintahan dan pelayanan publik di tingkat desa [5].

Desa Kambingan menempati proporsi sekitar 4,8% dari total luas wilayah Kecamatan Cerme, yang secara tata guna lahan terdiri dari lahan pertanian produktif sebesar 53,2%, area permukiman warga sebesar 38,6%, dan kawasan peruntukan lain-lain sebesar 8,2%. Jumlah penduduk desa mencapai 3.532 jiwa yang tersebar di dua wilayah dusun, yakni Dusun Kambingan dan Dusun Karangan [6]. Meskipun Desa Kambingan telah memiliki berbagai fasilitas umum yang melayani kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan, hingga saat pelaksanaan penelitian pengabdian ini belum tersedia satupun dokumentasi spasial yang komprehensif mengenai sebaran, jenis, jumlah, maupun rekam jejak kondisi fasilitas tersebut. Profil desa yang ada hanya menyajikan sekumpulan data statistik agregat tanpa adanya representasi informasi lokasi keruangan, sehingga data tersebut tidak dapat digunakan secara efektif untuk keperluan analisis spasial maupun perencanaan pembangunan berbasis lokasi. Ketiadaan basis data spasial fasilitas umum ini secara nyata menghambat proses perencanaan tata ruang pembangunan desa, menghalangi

pengalokasian anggaran Dana Desa yang presisi, serta menurunkan efektivitas peningkatan pelayanan publik [7].

Penelitian dan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Desa Kambingan, Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, yang secara posisi geografis terletak pada titik koordinat $7^{\circ}12'50.2''$ Lintang Selatan dan $112^{\circ}32'43.6''$ Bujur Timur. Pemilihan Desa Kambingan sebagai lokasi implementasi program didasarkan pada pertimbangan tingkat representativitas karakteristik desa pertanian dan perikanan (tambak) di wilayah Kabupaten Gresik, serta tingginya ketersediaan ruang kolaborasi aktif dari pihak pemerintah desa setempat. Waktu pelaksanaan pengabdian dan pengambilan data lapangan ini berlangsung selama periode kegiatan KKN Tematik Kelompok 33, yang diawali dari tahap pra-survei inventarisasi pada pertengahan Februari 2026 hingga penyelesaian dan serah terima dokumen perencanaan teknis pada akhir April 2026. Fokus pengamatan spasial dan inventarisasi mencakup seluruh wilayah administratif desa, sedangkan studi teknis *Detailed Engineering Design* (DED) difokuskan secara spesifik pada titik paling kritis di jalan poros Dusun Karanganyang yang berbatasan langsung dengan tambak air.



Gambar 1. Drawing Lokasi Dinding Penahan Tanah Dusun Karanganyang, Desa Kambingan

Proses penggabungan analisis data spasial dan rekayasa perencanaan teknis ini memanfaatkan kombinasi instrumen yang saling terintegrasi erat. Pada kelompok perangkat keras, tim menggunakan instrumen meteran gulung dengan rentang 50 meter untuk pengukuran topografi detail jalan poros, perangkat *Global Positioning System* (GPS) *Handheld* untuk penentuan dan perekaman titik-titik koordinat fasilitas publik [8], serta piranti kamera digital resolusi tinggi untuk keperluan dokumentasi visual kerusakan infrastruktur. Pengolahan data digital sangat didukung oleh pengoperasian perangkat lunak Sistem Informasi Geografis yakni ArcGIS dipadukan dengan Google Earth Pro untuk keperluan kalibrasi pemetaan tematik desa. Sementara itu, perangkat lunak *Computer Aided Design* (AutoCAD) didedikasikan secara khusus untuk pembuatan *drafting* gambar kerja DED yang mencakup detail potongan portal beton dan spesifikasi pembesian berdasarkan kaidah rekayasa struktural yang diakui [9]. Bahan sekunder yang dihimpun mencakup buku profil desa terbaru, serta dokumen legal Standar Harga Satuan Barang dan Jasa (SHSBJ) Kabupaten Gresik Tahun Anggaran 2026 yang digunakan

sebagai landasan tunggal penyusunan estimasi Rencana Anggaran Biaya [10].

METODE

Pengumpulan data lapangan dilaksanakan melalui tiga skema metode yang saling melengkapi dan menyempurnakan. Pendekatan pertama adalah survei lapangan sistematis yang dilakukan melalui observasi *door-to-door* pada setiap wilayah dusun menggunakan format lembar formulir inventarisasi infrastruktur terstandar. Setiap fasilitas yang diidentifikasi direkam titik koordinatnya menggunakan instrumen GPS *Handheld* dengan menetapkan waktu minimum *logging* selama 120 detik pada setiap titik lokasi guna meminimalisir kesalahan pelacakan sinyal satelit dan meningkatkan akurasi spasial. Data atribut yang dikumpulkan dalam proses ini mencakup nama fasilitas, klasifikasi kategori prasarana, detail alamat, status kondisi fisik eksisting, riwayat tahun pembangunan, kapasitas layanan publik, dan deskripsi temuan teknis tambahan. Pendekatan kedua diwujudkan dalam bentuk pemetaan partisipatif melalui penyelenggaraan dua sesi *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan perwakilan masyarakat. Peserta FGD tersebut terdiri dari pemangku kebijakan desa yakni Kepala Desa, Sekretaris Desa, Kepala Dusun, beserta tokoh masyarakat setempat yang berjumlah empat orang perwakilan [11]. Pendekatan ketiga adalah implementasi studi literatur dan telaah dokumen legal yang bersumber dari profil desa, arsip historis pemerintahan desa, dan data Potensi Desa (Podes) terbitan Badan Pusat Statistik guna keperluan triangulasi keabsahan data lapangan.



Gambar 2. Focus Grup Discussion dengan Perangkat Desa

Seluruh rangkaian tahapan pengolahan data dirancang untuk mengintegrasikan keilmuan analisis sistem informasi geografis dan analisis ketekniksipilan secara proporsional. Pada ranah spasial, pangkalan data koordinat dan atribut tabular yang telah melewati fase validasi diolah sepenuhnya menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk pembentukan *layer-layer* penyusun peta infrastruktur, yang mencakup poligon jaringan jalan, batas wilayah, serta persebaran titik fasilitas pelayanan umum. Bersamaan dengan itu, pada ranah teknis struktural murni, tim pelaksana melakukan analisis pembebanan struktur yang mengkalkulasi besaran tekanan tanah lateral aktif, fluktuasi tekanan hidrostatik air tambak, serta tambahan beban dinamis dari rutinitas sirkulasi kendaraan ringan dan berat, di mana seluruh parameter kalkulasi ini mengacu teguh pada ketentuan SNI 8460:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik [12].



Gambar 3. Survei Lokasi Dinding Penahan Tanah

Analisis geoteknik tersebut kemudian dilanjutkan dengan tahap perancangan dimensi penampang beton bertulang dan perhitungan spesifikasi material yang diacu pada standar SNI 2847:2019. Rancangan ini mempertimbangkan penggunaan material beton mutu tinggi K-350 guna menjamin ketahanan korosif di lingkungan perairan, serta menganalisis kebutuhan perkuatan tanah lempung [13]. Tahap ekuilibrium akhir dari proses pengolahan data ini melibatkan sinkronisasi antara luaran visualisasi peta dengan komputasi dokumen DED guna menghasilkan rumusan alternatif Rencana Anggaran Biaya (RAB). Proses perhitungan biaya ini dilakukan dengan metode estimasi *Quantity Take-Off* yang sangat rigid dan terukur, sehingga menghasilkan angka kebutuhan finansial yang rasional dan proporsional terhadap realita kuantitas pekerjaan di lapangan [14].



Gambar 4. Survei Lokasi Dinding Penahan Tanah

Implementasi uji akurasi diaplikasikan melalui instrumen metode validasi data tabular guna menggaransi tingginya tingkat kepercayaan terhadap luaran data peta keruangan maupun formulasi desain teknis. Tim pelaksana mendedikasikan waktu khusus untuk menyinkronkan data atribut hasil observasi survei lapangan dengan pangkalan data administratif resmi yang dikelola oleh jajaran perangkat Desa Kambingan, sebuah langkah krusial untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan identifikasi atau duplikasi pencatatan aset desa [15]. Serangkaian proses validasi ini menuntut pelaksanaan verifikasi ulang terhadap status legal kepemilikan aset, nomenklatur penamaan fasilitas publik yang muncul pada keterangan peta informasi, serta klasifikasi tingkat kerusakan fisik bangunan. Rangkaian uji validasi ini secara efektif mampu memastikan bahwa setiap detail sebaran fasilitas yang divisualisasikan pada peta telah merepresentasikan kondisi faktual presisi di lapangan, sekaligus memastikan bahwa seluruh asumsi parameter teknis yang diaplikasikan ke dalam pemodelan desain DED telah benar-benar mencerminkan kondisi tantangan geoteknik dan lingkungan yang sebenarnya [16].

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Inventarisasi Spasial dan Fasilitas Umum Desa Kambingan

Pelaksanaan survei lapangan yang komprehensif berhasil mendokumentasikan serangkaian titik infrastruktur kritis yang menyebar di berbagai penjuru wilayah desa. Seluruh temuan lapangan ini kemudian diklasifikasikan, dianalisis, dan diekstraksi ke dalam Form Survei Infrastruktur Dasar. Inventarisasi ini menghasilkan 15 daftar penanganan utama yang mencakup ranah bangunan gedung, fasilitas lingkungan, sarana drainase, hingga masalah geoteknik. Untuk memberikan gambaran teknis dan rekomendasi yang terukur bagi pemerintah desa, rincian hasil inventarisasi tersebut diuraikan secara mendetail pada Tabel 1.

No.	Kategori Infrastruktur	Temuan Permasalahan dan Deskripsi Kondisi Eksisting	Rekomendasi Solusi Teknis
1	Geoteknik Jalan Poros	Ketiadaan struktur penahan pada tebing jalan poros yang berbatasan dengan tambak memicu kelongsoran tanah akibat fluktuasi air dan beban dinamis.	Pembangunan Dinding Penahan Tanah (DPT) komposit beton bertulang dan pasangan batu, disertai perkuatan cerucuk bambu untuk tanah lunak.
2	Lingkungan (Gapura)	Terdapat keretakan struktural dan retak rambut pada beberapa titik pilar utama gapura batas desa yang mengancam kekuatan konstruksi penyangga.	Pembersihan celah retakan dilanjutkan injeksi material epoxy untuk retak struktural, serta pelapisan mortar instan untuk mencegah korosi tulangan.

3	Bangunan (Pintu Gerbang)	Pintu masuk sekolah tidak berfungsi optimal, mengalami kemiringan dan lepas dari jalurnya akibat degradasi umur pada struktur pipa penyangga dan engsel.	Penggantian menyeluruh komponen yang rusak menggunakan material pipa galvanis tahan cuaca, serta perkuatan pada area titik tumpuan engsel utama.
4	Bangunan (Atap Sekolah)	Kondisi atap bangunan sekolah menunjukkan deformasi serius di mana susunan genteng pecah dan bergeser, memicu kebocoran air hujan.	Penggantian material penutup atap yang cacat, perbaikan talang air, dan evaluasi kekuatan pada struktur rangka kuda-kuda kayu atau baja ringan di bawahnya.
5	Lingkungan (Paving Block)	Area di sekitar papan nama identitas fasilitas tidak tertata rapi, banyak sisa material berserakan, dan susunan paving block berantakan, mengurangi estetika.	Penataan ulang layout area sekitar, pembersihan sisa material konstruksi lama, dan pemasangan ulang paving block dengan pemadatan pasir dasar.
6	Bangunan (Plafon Sekolah)	Struktur rangka plafon di ruang kelas dilaporkan mengalami patah di beberapa titik kritis dan jebol akibat beban air dari kebocoran atap yang berkepanjangan.	Pembongkaran plafon yang rusak total, sterilisasi area dari jamur air, serta pemasangan rangka plafon baru jenis <i>hollow</i> dengan papan gipsium anti-air.
7	Infrastruktur (Lapangan)	Jaring pelindung di sekitar area lapangan olahraga mengalami kerusakan, banyak lubang, dan beberapa tiang besi penyangga tampak mengalami kemiringan.	Penggantian material jaring dengan spesifikasi nilon tahan paparan ultraviolet, serta penarikan ulang (<i>plumbness</i>) tiang penyangga yang miring.
8	Bangunan (Atap Puskesmas)	Pada fasilitas pelayanan medis, atap Puskesmas teridentifikasi rusak berat. Genteng banyak yang pecah dan posisinya saling bergeser terbuka.	Rehabilitasi total struktur penutup atap, perbaikan insulasi air, dan inspeksi menyeluruh terhadap rangka atap untuk mencegah gangguan saat pelayanan medis.
9	Bangunan (Plafon Puskesmas)	Dampak lanjutan dari kerusakan atap mengakibatkan struktur rangka plafon di	Penggantian rangka dan papan plafon di area Puskesmas dengan memprioritaskan

		bawahnya patah dan jebol, mengancam higienitas ruang perawatan pasien.	material yang mudah dibersihkan dan memenuhi standar ruang medis.
10	Drainase (Saluran Terbuka)	Mayoritas jaringan saluran buang air permukaan tidak memiliki penutup pelat beton, meningkatkan risiko bahaya bagi para pengguna jalan dan anak-anak.	Pembuatan dan pencetakan pelat beton bertulang yang dapat dibongkar pasang (<i>precast</i>) guna menutup ruang saluran air yang bersinggungan dengan jalan.
11	Drainase (Kebersihan Saluran)	Banyak selokan utama tersumbat oleh akumulasi sedimen tanah, sampah domestik, serta tumbuhnya rumput liar yang menyumbat aliran bebas air hujan.	Pelaksanaan normalisasi saluran air melalui program padat karya pembersihan sedimen, dan pembabatan tanaman gulma di sepanjang dinding saluran.
12	Bangunan (Fasad TK)	Fasad luar bangunan sekolah Taman Kanak-Kanak Dharma Wanita Persatuan mengalami pengelupasan cat yang menurunkan kualitas visual lingkungan belajar.	Pekerjaan pengerokan sisa cat lama yang mengelupas, pelapisan cat dasar (<i>sealer</i>), dan pengaplikasian cat pelapis luar (<i>weather shield</i>) secara merata.
13	Bangunan (Kantor BUMDES)	Fasad depan Kantor BUMDES tampak kusam akibat kurang pemeliharaan. Cat memudar dan halaman depan terhalangi oleh pertumbuhan tanaman liar.	Pemeliharaan rutin mencakup pengecatan ulang bangunan, pemangkasan vegetasi liar di pekarangan, serta penataan lanskap mini untuk memperindah estetika.
14	Infrastruktur (Pelat Beton)	Pelat beton yang ada saat ini sebagai penyeberangan saluran mengalami kerusakan retak patah yang besar akibat menahan beban dinamis kendaraan (<i>fatigue</i>).	Pembongkaran struktur pelat retak, dilanjutkan pengecoran di tempat (<i>cast in situ</i>) pelat beton tulangan baru yang ketebalannya disesuaikan dengan volume lalu lintas.
15	Drainase (Menara Air)	Struktur bangunan vertikal menara air desa terdeteksi mengalami kemiringan dari sumbu tegaknya akibat terjadinya penurunan fondasi	Rekayasa perkuatan geoteknik dengan metode penambahan injeksi fondasi tiang pancang mini di bawah struktur <i>pilecap</i> eksisting untuk

		tidak seragam (<i>differential settlement</i>).	mengembalikan vertikalitas.
--	--	---	-----------------------------

Tabel 1. Hasil Inventarisasi dan Rekomendasi Penanganan Infrastruktur Desa Kambingan

Berdasarkan pemaparan pada tabel di atas, sektor pendidikan seperti SDN Kambingan menunjukkan kebutuhan rehabilitasi mendesak akibat kerusakan gerbang utama serta jebolnya struktur plafon yang sangat membahayakan kegiatan proses belajar mengajar. Sementara itu, fasilitas kesehatan tingkat desa yakni Puskesmas Kambingan dilaporkan memiliki kerusakan struktural kategori sedang pada elemen atap yang wajib mendapat prioritas penanganan segera agar tidak mendisrupsi operasional pelayanan medis harian [17]. Kontras dengan temuan pada infrastruktur umum lainnya, pelaksanaan observasi dan validasi terhadap seluruh sarana peribadatan warga, baik masjid maupun musholla, memperlihatkan kondisi fisik yang amat terjaga, kokoh, dan terawat dengan sempurna. Rekapitulasi temuan ragam kondisi fisik beserta representasi lokasinya di lapangan ini kemudian dirajut menjadi basis data digital untuk divisualisasikan ke dalam satu Peta Infrastruktur Desa berbasis teknologi Sistem Informasi Geografis (ArcGIS). Kehadiran instrumen peta spasial ini dinilai sangat vital dalam mendobrak kebuntuan informasi, sekaligus memberikan perspektif keruangan (*spatial perspective*) yang luas bagi perangkat desa dalam merumuskan pemetaan skala prioritas pemerataan pembangunan di masa mendatang [18].



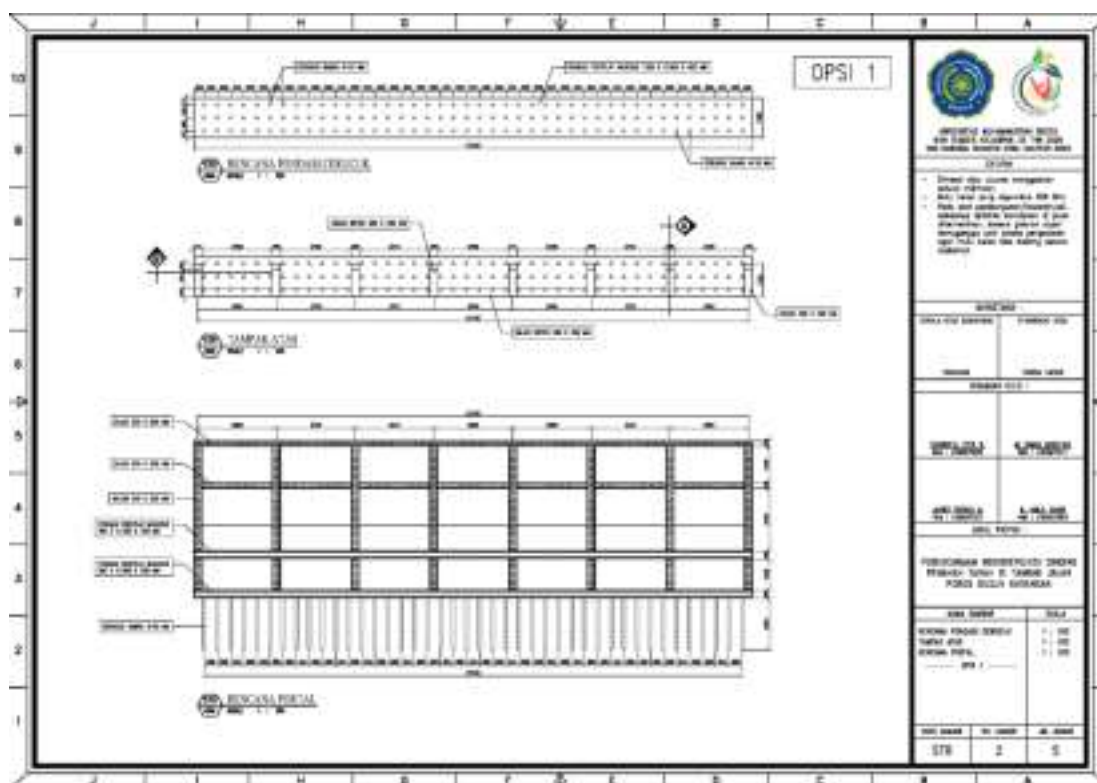
Gambar 5. Visualisasi Peta Infrastruktur Desa Kambingan dan Persebaran Fasilitas Pelayanan Publik Berbasis Sistem Informasi Geografis.

2. Analisis Rekayasa DED Dinding Penahan Tanah (DPT)

Sejalan dengan temuan titik paling kritis yang teridentifikasi pada peta, yakni area tebing di pinggir perairan tambak Dusun Karang, tim perencana memusatkan sumber daya untuk menyusun desain rekayasa teknis Detailed Engineering Design (DED). Desain teknis ini diperuntukkan bagi penanganan bahaya kelongsoran pada jalan poros strategis sepanjang bentang 21,3 meter. Kajian investigasi geoteknik awal menyimpulkan bahwa kondisi tanah dasar di lokasi tersebut didominasi oleh formasi tanah lempung lunak yang secara konstan berada dalam kondisi jenuh air akibat rambatan air tambak. Menghadapi karakteristik tanah dengan parameter daya dukung geser yang amat minim tersebut, dibutuhkan solusi inovatif berupa konstruksi Dinding Penahan Tanah (DPT) berkonsep komposit yang menggabungkan elemen massa pasangan batu kali konvensional dengan rigiditas elemen portal beton bertulang menggunakan spesifikasi mutu tinggi K-350 [19].

Tantangan utama dalam perencanaan dinding penahan di area pesisir tambak adalah mitigasi terhadap potensi penurunan struktur dan gaya guling (overturning moment). Untuk mendongkrak performa daya dukung tanah secara signifikan, desain ini menetapkan keharusan pengadopsian sistem fondasi dalam dangkal. Perkuatan ini direalisasikan melalui metode pemancangan 126 titik cerucuk bambu (dengan spesifikasi diameter optimal 120 mm) yang diinjeksi vertikal hingga kedalaman efektif 2 meter di bawah level elevasi galian fondasi telapak [20]. Pemilihan cerucuk bambu didasarkan pada prinsip rekayasa pemanfaatan kohesi dan friksi selimut (skin friction) bambu yang dinilai sangat tahan terhadap pembusukan bila terendam penuh di lapisan tanah lempung jenuh air, sekaligus menekan biaya pengadaan material pabrikan.

Pada aspek perancangan portal strukturnya, spesifikasi rasio penulangan baja telah dihitung sedemikian rupa menggunakan baja tulangan lentur utama jenis ulir berdiameter 16 mm (D16) yang diikat erat oleh sengkang cincin berdiameter 10 mm (D10). Konfigurasi pembesian silang ini diyakini mampu menjamin kekakuan dan daktilitas kerangka struktur dalam mengeliminasi gaya guling lateral maupun geser [21]. Melengkapi kekuatan struktur beton, sistem manajemen aliran air ditambahkan ke dalam gambar kerja melalui integrasi pemasangan jaringan pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC) berdiameter 2 inci. Pipa ini difungsikan sebagai lubang sulingan drainase (*weep hole*) yang menembus badan dinding penahan untuk mengalirkan air dan mencegah terjadinya eskalasi penumpukan tekanan hidrostatik statik dari arah belakang dinding penahan [22].



Gambar 6. Gambar 4. Rancang Bangun Potongan Melintang (Cross-Section) Dinding Penahan Tanah (DPT) Menggunakan Portal Beton Bertulang K-350 dan Perkuatan Cerucuk Bambu.

3. Komparasi Alternatif Desain dan Estimasi Biaya Konstruksi

Analisis Guna menjembatani kesenjangan antara kebutuhan ideal spesifikasi teknis rekayasa dengan realitas keterbatasan daya tampung fiskal Anggaran Pendapatan dan Belanja Desa (APBDes), tim perencana merumuskan dan menyajikan dua model alternatif pilihan desain. Kedua alternatif biaya ini didasarkan secara logis pada variasi tingkat kekakuan sistem struktur fondasi bawah. Opsi pertama adalah sistem struktur satu lapis pilecap (pur telapak tunggal) yang dirancang secara cermat sebagai solusi efisiensi ekonomis tanpa mengorbankan standar keselamatan minimum, di mana estimasi total kebutuhan biaya perencanaannya tercatat sebesar Rp 181.500.000,00. Sementara itu, Opsi kedua didesain menggunakan inovasi sistem dua lapis pilecap ganda (pur telapak bertingkat) yang difokuskan secara murni untuk memproduksi kekuatan dan kekakuan struktur tertinggi di kelasnya. Desain maksimal ini menuntut pembengkakan volume beton dan baja, sehingga mengerek estimasi biaya pelaksanaannya menjadi Rp 217.500.000,00 [23].

Pada tahap pemberian rekomendasi, pemilihan pelaksanaan Opsi kedua sangat ditegaskan dan direkomendasikan secara akademis oleh tim perencana, khususnya apabila ruas jalan poros tambak tersebut masuk dalam proyeksi jalur yang rutin dilewati oleh mobilitas kendaraan komersial bermuatan berat (tonase besar). Pemilihan opsi maksimal ini merupakan langkah preventif terbaik guna memberikan jaminan keamanan konstruksi dalam periode layan jangka panjang [24]. Strategi penyusunan estimasi biaya yang disajikan dalam wujud dua spektrum opsi ini terbukti sangat efektif dalam memberikan rentang ruang fleksibilitas kebijakan bagi para pengambil keputusan di

tataran pemerintahan desa. Dokumen ini memungkinkan Kepala Desa beserta Badan Permusyawaratan Desa (BPD) untuk memformulasikan arah skala prioritas pembangunan infrastruktur dasar yang sangat rasional, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan akuntabilitasnya di hadapan publik [25].

4. Keterbatasan, Implikasi Kebijakan, dan Pemanfaatan Berkelanjutan

Pelaksanaan pengabdian ini juga tidak luput dari sejumlah tantangan, terutama berkaitan dengan manuver penyusunan inventarisasi pada kondisi medan cuaca yang tidak menentu dan kesulitan merekam akurasi sinyal satelit GPS di beberapa area dengan kanopi vegetasi yang padat. Namun, tantangan-tantangan teknis tersebut berhasil diatasi melalui metodologi logging waktu yang diperpanjang dan kalibrasi silang dengan instrumen survei lapangan sekunder. Seluruh luaran fisik dan digital yang dihasilkan dalam program KKN ini telah diserahkan secara resmi dan divalidasi langsung oleh Kepala Desa Kambingan guna menelaah tingkat keselarasan rekomendasi teknis dengan aspirasi sosiologis warga setempat.

Implikasi kebijakan yang mendesak dari perancangan infrastruktur ini menegaskan bahwa pada masa ekskusi konstruksi fisik kelak, pemerintah desa diwajibkan untuk menerbitkan kebijakan penutupan atau penghentian sementara seluruh lalu lintas aktivitas kendaraan bermotor. Kebijakan radikal ini mutlak dilakukan selama fase pengecoran dan masa pemeraman (curing) awal portal beton berlangsung, dengan tujuan sentral untuk mempertahankan integritas ikatan proses reaksi hidrasi kimiawi material beton mutu tinggi (350 MPa) agar tidak hancur akibat gangguan resonansi getaran mekanis dari tanah sekitarnya. Pada akhirnya, instrumen Laporan DED DPT beserta Peta Spasial Infrastruktur ini diestimasikan akan diabsorpsi secara masif sebagai instrumen vital dalam forum Musyawarah Perencanaan Pembangunan Desa (Musrenbangdes), mengarahkan pemerintah desa untuk bermigrasi menuju era tata kelola optimalisasi pemantauan aset infrastruktur fisik yang terintegrasi, transparan, dan berkelanjutan secara multidimensional.

SIMPULAN

Rangkaian agenda program pengabdian masyarakat KKN Tematik Kelompok 33 Universitas Muhammadiyah Gresik di wilayah Desa Kambingan telah tereksekusi dengan capaian kesuksesan yang sangat signifikan dalam mensinergikan manajemen data geospasial dengan perumusan resolusi solusi rekayasa sipil secara seimbang dan holistik. Proses konvergensi integratif antara instrumen Peta Infrastruktur Desa yang sarat dengan kekayaan atribut informasi visual dan Laporan DED Dinding Penahan Tanah (DPT) yang sangat rigid dan terukur, sukses meletakkan landasan empiris yang luar biasa kuat bagi Pemerintah Desa dalam merajut cetak biru perencanaan pembangunan fisik masa depan yang progresif, aman, dan tepat sasaran. Aplikasi penerapan standar rekayasa struktural menggunakan beton komposit K-350 yang dipadukan bersama sistem perkuatan alami cerucuk bambu merupakan terobosan solusi yang brilian untuk memitigasi risiko kegagalan fatal pada infrastruktur di ekosistem perairan tambak. Harapan terbesarnya, seluruh warisan dokumen teknis dan tata ruang keruangan ini mampu memandu kebijakan tata kelola Dana Desa agar terus berputar secara optimal demi akselerasi pertumbuhan ekonomi, keamanan ekologis, serta peningkatan taraf kesejahteraan hakiki bagi seluruh elemen masyarakat Desa Kambingan.

SARAN

Pemerintah Desa Kambingan disarankan untuk memanfaatkan Peta Infrastruktur Desa dan Laporan Detail Engineering Design (DED) Dinding Penahan Tanah (DPT) sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun prioritas pembangunan desa. Kedua dokumen tersebut perlu dipelihara, diperbarui secara berkala, dan disesuaikan dengan perkembangan kondisi infrastruktur serta kebutuhan masyarakat.

Sebelum pembangunan DPT dilaksanakan, perlu dilakukan kajian teknis lebih lanjut melalui survei kondisi lapangan, analisis karakteristik tanah, dan evaluasi kondisi hidrologis di sekitar kawasan tambak. Perencanaan penggunaan beton K-350 dan cerucuk bambu juga perlu ditinjau oleh tenaga ahli yang kompeten agar spesifikasi material, metode konstruksi, dan sistem perkuatan yang diterapkan sesuai dengan kondisi lapangan serta memenuhi persyaratan keselamatan konstruksi.

Selain itu, Pemerintah Desa perlu memastikan bahwa pelaksanaan pembangunan didukung oleh perencanaan anggaran yang realistis, pengawasan konstruksi, serta pemeliharaan infrastruktur secara berkala. Pelibatan masyarakat dalam proses perencanaan dan pengawasan juga penting untuk meningkatkan kepedulian terhadap keberlanjutan hasil pembangunan. Dengan demikian, hasil program KKN Tematik Kelompok 33 Universitas Muhammadiyah Gresik diharapkan tidak hanya menjadi dokumen pendukung perencanaan, tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang bagi peningkatan kualitas infrastruktur, keamanan lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat Desa Kambingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. (2010). Balok dan Pelat Beton Bertulang. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta: BSN.
- Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis and Design (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Das, Braja M. (2010). Principles of Geotechnical Engineering (7th ed.). Stamford: Cengage Learning.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Pd T-06-2005-B: Pedoman Perencanaan Dinding Penahan Tanah. Jakarta: Puslitbang PU.
- Prahasta, E. (2009). Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar. Bandung: Informatika.
- Wang, C. K., & Salmon, C. G. (1992). Desain Beton Bertulang (Edisi Keempat). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Pemerintah Kabupaten Gresik. (2026). Standar Harga Satuan Barang dan Jasa Kabupaten Gresik Tahun Anggaran 2026. Gresik.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Mulyono, T. (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Ibrahim, B. (2001). Rencana dan Estimate Real of Cost. Jakarta: Bumi Aksara.
- Santoso, B. (2012). Panduan Praktis ArcGIS 10. Jakarta: Penerbit Andi.
- Wesley, L. D. (2012). Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sosrodarsono, S. (2000). Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Widjaja, H.A.W. (2003). Pemerintahan Desa/Marga. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Khadiyanto. (2005). Tata Ruang Pusat-Pusat Pertumbuhan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hardiyatmo, Hary Christady. (2010). Analisis dan Pelaksanaan Fondasi (Edisi Kedua). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady. (2014). Mekanika Tanah 1 & 2 (Edisi Keenam). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Giatman, M. (2006). Ekonomi Teknik. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- McCormac, J. C. (2004). Desain Beton Bertulang (Edisi Kelima). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mardiasmo. (2004). Otonomi dan Manajemen Keuangan Daerah. Yogyakarta: Penerbit Andi.