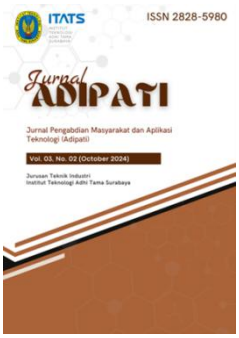
Harjanto, dkk., Jurnal ADIPATI, Vol. 05, No. 02, Tahun 2026
Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i2.8738



Halaman:
209 – 217

Tanggal penyerahan:
13 Februari 2026

Tanggal revisi:
20 Agustus 2026

Tanggal diterima:
07 Oktober 2026

Tanggal terbit:
13 Oktober 2026

*penulis korespondensi
Email:
[1*]fh884@ums.ac.id,
[2]amw444@ums.ac.id,
[3]d100230210@student.ums.ac.id,
[4]d100230299@student.ums.ac.id

Jurnal Pengabdian Masyarakat dan aplikasi Teknologi (Adipati)

Pendampingan Perancangan Infrastruktur Menara Air Berbasis Standar Keamanan Struktur pada Kelompok Ternak Gandos Berkah

Furqaan Harjanto[1*], Ari Mukti Wibowo[2], Haviano Aziz Setiaji[3], dan Febrianti Handayani[4]
[1,3,4]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57169
[2]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57169)

Abstract

Water availability is a crucial factor in intensive livestock productivity. The Gandos Berkah Livestock Group in Karanganyar faces a serious constraint of a 60% water supply deficit due to the limited capacity of the existing water tower (200 liters), which is insufficient for the population of 40 sheep (480 liters/day). Furthermore, the self-built tower construction without technical calculations poses a risk of structural failure. This community service aims to provide solutions through technical assistance in redesigning water tower structures that meet safety standards (SNI) and efficiency requirements. The method includes simple geotechnical investigation, structural analysis using SAP2000 software referring to SNI 1727:2020 and SNI 1729:2020, and physical construction assistance. The design results determined the use of L.40.40.4 angle steel profiles with an elevation height of 5 meters. Structural analysis shows a P-M ratio of 0.03, indicating that the structure is highly safe and has sufficient structural redundancy to accommodate the variability of self-built construction quality. The physical realization of the water tower successfully distributes water by gravity for sprinkler operations and sanitation without electric pumps. This activity succeeded in increasing the partner's operational efficiency and providing long-term infrastructure safety assurance.

Keywords: *energy efficiency, SAP2000, sheep farming, structural design, water tower*

Abstrak

Ketersediaan air bersih merupakan faktor krusial dalam produktivitas peternakan intensif. Kelompok Ternak Gandos Berkah di Karanganyar menghadapi kendala serius berupa defisit pasokan air sebesar 60% akibat kapasitas menara air eksisting yang terbatas (200 liter) dan tidak sebanding dengan kebutuhan populasi 40 ekor domba (480 liter/hari). Selain itu, konstruksi menara yang dibangun secara swadaya tanpa perhitungan teknis menimbulkan risiko kegagalan struktur. Kegiatan pengabdian ini bertujuan memberikan solusi melalui pendampingan teknis perancangan ulang (*redesign*) struktur menara air yang memenuhi standar keamanan (SNI) dan efisien. Metode pelaksanaan meliputi investigasi geoteknik sederhana, analisis struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000 mengacu pada SNI 1727:2020 dan SNI 1729:2020, serta pendampingan konstruksi fisik. Hasil perancangan menetapkan penggunaan profil baja siku L.40.40.4 dengan ketinggian elevasi 5 meter. Analisis struktur menunjukkan nilai *P-M ratio* sebesar 0,03, yang mengindikasikan struktur sangat aman dan memiliki cadangan kekuatan memadai untuk mengakomodasi variabilitas mutu konstruksi swadaya. Realisasi fisik menara air terbukti mampu mengalirkan air secara gravitasi untuk operasional *sprinkler* dan sanitasi tanpa bantuan pompa listrik. Kegiatan ini berhasil meningkatkan efisiensi operasional mitra dan memberikan jaminan keamanan infrastruktur jangka panjang.

Kata kunci: desain struktur, efisiensi energi, menara air, peternakan domba, SAP2000

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i2.8738
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

1. PENDAHULUAN

Sektor peternakan rakyat memegang peranan vital dalam menopang ketahanan pangan nasional dan ekonomi masyarakat pedesaan. Di Kabupaten Karanganyar, usaha peternakan skala kecil hingga menengah terus tumbuh seiring dengan meningkatnya permintaan pasar terhadap daging domba dan kambing. Salah satu kelompok yang aktif berkontribusi dalam sektor ini adalah Kelompok Ternak Gandos Berkah yang berlokasi di Gajahan, Kecamatan Colomadu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Kelompok ini mengelola populasi ternak mencapai 40 ekor domba dengan pola pemeliharaan intensif yang mencakup pembibitan, penggemukan, serta pengelolaan limbah ternak menjadi pupuk organik. Peran aktif kelompok ternak semacam ini sangat vital dalam mendukung strategi ketahanan pangan wilayah dan agribisnis pedesaan (Saleh, dkk., 2000).

Dalam manajemen peternakan intensif, ketersediaan air bersih merupakan komponen infrastruktur yang paling kritis. Air memiliki fungsi vital bagi ternak, mulai dari proses pencernaan, pengaturan suhu tubuh (termoregulasi), hingga transportasi nutrisi. Selain untuk kebutuhan minum, air juga mutlak diperlukan untuk sanitasi kandang guna mencegah penyebaran penyakit sebagaimana dibuktikan dalam berbagai program pendampingan serupa (Halim & Angelina, 2025; Susanto, dkk., 2024). Berdasarkan observasi lapangan dan analisis standar kebutuhan air ternak ruminansia kecil di iklim tropis, estimasi kebutuhan air untuk minum dan sanitasi mencapai rata-rata 10–12 liter per ekor per hari. Dengan populasi 40 ekor, maka total kebutuhan air harian yang harus disediakan oleh Kelompok Ternak Gandos Berkah mencapai 480 liter/hari. Kebutuhan ini diproyeksikan akan terus meningkat seiring dengan rencana penambahan populasi ternak di masa yang akan datang.

Namun, kondisi infrastruktur eksisting menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan antara pasokan dan permintaan. Saat ini, mitra hanya mengandalkan satu unit menara air yang dibangun secara swadaya dengan kapasitas tampung yang sangat terbatas, yaitu 200 liter (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Kondisi eksisting menara air di kelompok ternak Gandos Berkah.

Analisis ketersediaan air menunjukkan bahwa infrastruktur tersebut hanya mampu menyuplai sekitar 40% dari total kebutuhan harian, sehingga terjadi defisit pasokan air sebesar 60%. Kondisi defisit ini diperparah dengan tidak adanya sistem distribusi air yang efisien, karena desain awal menara tidak mempertimbangkan aspek hidrolika dan pengembangan populasi ternak. Dampak nyata yang dirasakan adalah distribusi air yang tidak merata ke seluruh palungan, serta inefisiensi operasional karena peternak harus mengeluarkan biaya dan tenaga ekstra untuk pengadaan air secara manual, terutama pada puncak musim kemarau. Kondisi defisit ketersediaan air bersih pada Kelompok Ternak Gandos Berkah secara kuantitatif dapat dilihat pada Tabel 1. Kesenjangan antara ketersediaan dan kebutuhan ini menjadi dasar urgensi pelaksanaan kegiatan pengabdian.

Tabel 1. Analisis Kesenjangan Kebutuhan Air Bersih Harian Mitra

Indikator	Kuantitas	Keterangan
Populasi ternak	40 ekor	Domba dewasa
Standar kebtuuhan air	12 liter / ekor / hari	Untuk minum dan sanitasi
Total kebutuhan air ideal	480 liter / hari	Kondisi yang diwajibkan
Kapasitas menara air eksisting	200 liter	Kondisi aktual di lapangan
Defisit pasokan air	280 liter (60%)	Kesenjangan (masalah utama)

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i2.8738
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

Meskipun mitra memiliki inisiatif dan kemandirian dana untuk melakukan peremajaan infrastruktur berupa peningkatan kapasitas menara air, terdapat kendala fundamental pada aspek teknis. Mayoritas anggota kelompok memiliki latar belakang non-teknis, sehingga tidak memiliki kompetensi dalam prinsip-prinsip rekayasa sipil. Mitra tidak memiliki kemampuan untuk menyusun desain struktur yang aman terhadap beban mati air yang besar, serta beban lingkungan seperti angin dan potensi gempa. Selain itu, mitra juga mengalami kesulitan dalam menentukan spesifikasi material baja yang efisien namun tetap kuat.

Pembangunan infrastruktur fisik oleh masyarakat seringkali terkendala oleh kurangnya pemahaman teknis yang berisiko pada kegagalan struktur. Padahal, evaluasi kinerja struktur terhadap beban gempa menjadi persyaratan mutlak untuk menjamin keamanan bangunan di wilayah rawan gempa (Nurchasanah, dkk., 2015) Oleh karena itu, model pendampingan teknis oleh akademisi menjadi solusi efektif untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan infrastruktur warga dengan standar keselamatan konstruksi, sebagaimana telah berhasil diterapkan pada berbagai kegiatan pengabdian masyarakat serupa (Rahmawati, dkk., 2021). Tujuan akhir dari kegiatan ini adalah menghasilkan desain infrastruktur yang memenuhi standar keamanan (SNI), memiliki durabilitas tinggi, efisien dari segi biaya konstruksi, serta mampu menjamin keberlanjutan pasokan air untuk mendukung produktivitas Kelompok Ternak Gandos Berkah.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan melibatkan mitra untuk berkolaborasi secara aktif dalam setiap tahapan, mulai dari penentuan lokasi hingga konstruksi fisik dan pendampingan teknis. Metode ini dipilih untuk memastikan bahwa solusi desain yang dihasilkan tidak hanya benar secara teoritis, tetapi juga dapat diterapkan dan sesuai dengan kebutuhan serta kemampuan finansial mitra. Rangkaian kegiatan dilaksanakan secara sistematis melalui tiga tahapan utama, yaitu tahap investigasi lapangan, tahap analisis dan perancangan struktur, serta tahap implementasi fisik.

2.1. Deskripsi Mitra

Mitra sasaran dalam kegiatan pengabdian ini adalah Kelompok Ternak Gandos Berkah yang berlokasi di Desa Gajahan, Kecamatan Colomadu, Kabupaten Karanganyar. Kelompok peternak ini secara aktif menjalankan manajemen peternakan yang berfokus pada pembibitan, penggemukan domba dengan populasi mencapai 40 ekor, serta pengelolaan limbah ternak. Meskipun memiliki kemandirian dan inisiatif pendanaan dalam operasional peternakan, mayoritas anggota kelompok memiliki latar belakang pendidikan non-teknik. Keterbatasan sumber daya manusia ini menjadi kendala utama ketika mitra dihadapkan pada kebutuhan krusial berupa peremajaan infrastruktur fisik, khususnya perancangan menara air berkapasitas besar untuk mengatasi defisit air. Ketiadaan kompetensi terkait spesifikasi material baja dan perhitungan keamanan struktur membuat mitra sangat membutuhkan intervensi dan pendampingan dari pihak akademisi

2.2. Survei dan Investigasi Geoteknik Sederhana

Tahap awal dimulai dengan survei lokasi untuk memetakan kondisi eksisting. Tim pengabdi bersama dengan mitra melakukan pengukuran dimensi lahan yang tersedia untuk memastikan desain menara air dapat ditempatkan tanpa mengganggu alur kerja di area kandang.

Selain pengukuran dimensi, aspek krusial yang dilakukan adalah investigasi kondisi tanah secara visual dan fisik. Mengingat struktur menara air memikul beban yang besar, daya dukung tanah menjadi parameter kunci untuk mencegah kegagalan struktur (Listyawan, dkk., 2017). Tim melakukan pembuatan galian uji (*test pit*) sedalam 1 meter untuk mengidentifikasi stratigrafi tanah. Karakteristik tanah ini nantinya akan menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan kedalaman dan jenis fondasi yang tepat agar struktur tetap stabil.

2.3. Analisis struktur dan Perancangan Profil Baja

Pada tahap ini, data lapangan diolah menjadi desain teknis. Dasar-dasar perencanaan struktur baja mengacu pada prinsip *Limit State Design* (LSD) untuk memastikan kekuatan dan stabilitas elemen struktur (Rochman, 2015). Proses perancangan difokuskan pada penggunaan material baja profil, mengingat material ini memiliki keunggulan dalam kecepatan konstruksi dan kekuatan tarik yang tinggi ((Dewobroto, 2016). Pemodelan dan analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak berbasis elemen hingga, yaitu SAP2000 (Dewobroto & Harapan, 2013). Penggunaan *software* ini bertujuan untuk mensimulasikan perilaku struktur terhadap berbagai kombinasi pembebanan.

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

Proses analisis struktur mengacu secara ketat pada standar nasional yang berlaku untuk menjamin keamanan bangunan, antara lain:

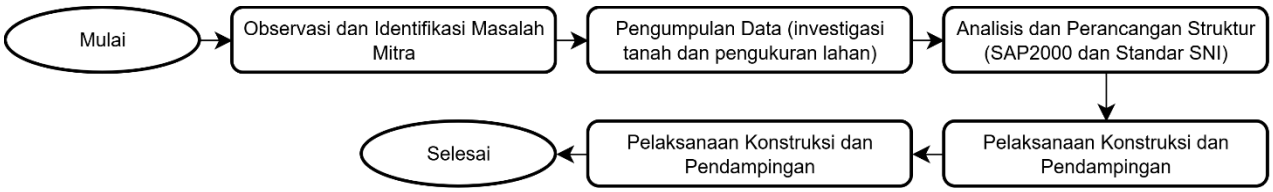
- SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (Badan Standarisasi Nasional SNI 1727, 2020). Standar ini digunakan untuk menghitung beban mati (berat sendiri struktur dan tangki air), beban hidup (air dan pekerja saat pemeliharaan), serta beban angin yang bekerja pada struktur menara air.
- SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (Badan Standarisasi Nasional SNI 1729, 2020). Standar ini digunakan sebagai acuan dalam pemilihan dimensi profil baja agar memenuhi batas tegangan izin dan lendutan.

Luaran dari tahap perancangan ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi mitra dalam pelaksanaan konstruksi menara air. Mengingat mitra akan melaksanakan pembangunan secara swadaya dengan tenaga kerja lokal, tim pengabdi tidak menyajikan Gambar *Detail Engineering Design* (DED) yang terlalu rumit. Sebagai gantinya, luaran disederhanakan menjadi spesifikasi teknis dan dimensi profil material (*Bill of Materials*). Dokumen ini berisi daftar ukuran, ketebalan, dan jenis profil baja yang harus dibeli, sehingga memudahkan mitra dalam proses pengadaan material dan fabrikasi

2.4. Implementasi dan Pendampingan Konstruksi

Tahap akhir adalah realisasi desain di lapangan. Dokumen spesifikasi dimensi profil baja diserahkan kepada ketua Kelompok Ternak Gandos Berkah. Berbeda dengan kegiatan perancangan pada umumnya yang seringkali berakhir di atas kertas, desain hasil pengabdian ini langsung diimplementasikan dalam bentuk konstruksi fisik oleh mitra. Tim pengabdi melakukan supervisi (pengawasan) berkala selama proses fabrikasi dan pendirian menara air. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa profil baja yang dipasang sesuai dengan spesifikasi yang telah dihitung, serta sambungan-sambungan struktur (las atau baut) dikerjakan dengan baik demi keamanan jangka panjang dan sesuai kebutuhan rill warga. Metode pendampingan teknis ini mengadopsi pendekatan konsultasi desain partisipatif. Pelibatan masyarakat mulai dari tahap survei hingga konstruksi terbukti efektif menumbuhkan rasa memiliki dan memastikan desain sesuai kebutuhan riil warga (Solikin, dkk., 2022).

Untuk menyelesaikan permasalahan infrastruktur air yang dihadapi mitra, kegiatan pengabdian ini dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif. Pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi beberapa tahapan, dimulai dari tahap identifikasi masalah di lapangan hingga tahap evaluasi pasca-konstruksi. Alur tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dapat dilihat berdasarkan diagram alir pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram alir pelaksanaan pendampingan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pelaksanaan kegiatan pendampingan ini dapat dibagi menjadi beberapa bagian mulai dari analisis teknis kondisi lapangan, hasil perancangan struktur, dan implementasi fisik dan dampak sebagai berikut.

3.1. Analisis Teknis Kondisi Lapangan

Sebelum memasuki tahapan perancangan struktur, tim pengabdi melakukan analisis mendalam terhadap data fisik lapangan untuk memastikan desain yang dihasilkan kompatibel dengan kondisi lingkungan setempat. Berdasarkan pengukuran di lokasi mitra, tersedia area lahan bebas 4x3 meter. Dimensi ini memberikan ruang gerak yang cukup untuk rencana tapak menara/*tower* seluas 2x2 meter, sekaligus menyisakan ruang sebesar 1 meter untuk kemudahan akses perawatan di masa mendatang.

Faktor terpenting yang menjadi temuan utama adalah kondisi stratigrafi tanah. Berdasarkan hasil investigasi melalui galian uji (*test pit*), ditemukan perbedaan karakteristik tanah yang signifikan pada kedalaman berbeda.

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

- Kedalaman 0 – 1 meter: Lapisan tanah didominasi oleh tanah lempung (*clay*). Secara geoteknik, tanah lempung memiliki sifat kembang-susut yang tinggi saat terjadi perubahan kadar air, sehingga berisiko menyebabkan pergeseran pada fondasi dangkal (Listyawan, dkk., 2017).
- Kedalaman > 1 meter: Ditemukan lapisan tanah berpasir (*sandy soil*) yang memiliki kepadatan dan daya dukung yang lebih baik dibandingkan lapisan atas.

Atas dasar temuan tersebut, tim pengabdi merekomendasikan sistem fondasi telapak yang diletakkan pada kedalaman minimal 1,2 meter. Keputusan teknis ini diambil untuk memastikan dasar fondasi berpijak pada lapisan tanah keras yaitu lapisan pasir dan menghindari zona lempung yang tidak stabil. Hal ini krusial untuk mencegah terjadinya penurunan tidak seragam (*differential settlement*) yang dapat mengakibatkan menara miring atau roboh.

3.2. Hasil Perancangan Struktur

Berdasarkan data tanah dan kebutuhan operasional, perancangan struktur dilakukan untuk menara air setinggi +5 meter. Ketinggian ini dipilih untuk menjamin tekanan hidrostatis yang cukup agar air dapat mengalir deras ke seluruh titik kran di area kandang tanpa memerlukan pompa pendorong tambahan, sehingga membuat mitra menjadi lebih efisien dalam penggunaan listrik.

Dalam pemilihan material, tim pengabdi mengutamakan prinsip simplifikasi dalam proses konstruksi. Profil baja yang digunakan diseragamkan untuk seluruh elemen struktur (kolom, balok, dan *bracing*), yaitu Baja Siku L.40.40.4 mm. Keputusan penyeragaman dimensi ini didasarkan pada pertimbangan praktis di lapangan, yaitu memudahkan mitra dalam proses pembelian material agar tidak membingungkan, serta meminimalisir sisa potongan material (*waste*) yang tidak terpakai. Selain itu juga dengan penggunaan dimensi yang seragam, maka pembelian akan berasal dari toko yang sama dan memastikan bahwa memang material baja yang dibeli memiliki mutu yang seragam dan konsisten.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Rasio Tegangan (*Stress Ratio*)

Frame (Text)	*DesignSect (Text)*	*Pr (KN)*	*MrMajor (KN-m)*	*MrMinor (KN-m)*	*VrMajor (KN)*	*VrMinor (KN)*	*TotalRatio (Unitless)*
1	L 50.50.4	-2,7350	0,0398	0,0087	0,036	0,006773	0,205532
2	L 50.50.4	0,0110	0,0587	$-1{,}983 \times 10^{-17}$	$8{,}052 \times 10^{-18}$	$1{,}114 \times 10^{-17}$	0,127068
4	L 50.50.4	-2,7330	0,0397	0,0088	0,036	0,007901	0,205261
6	L 50.50.4	0,0120	0,0587	$-5{,}369 \times 10^{-17}$	$9{,}122 \times 10^{-18}$	$3{,}016 \times 10^{-17}$	0,127085
7	L 50.50.4	-2,7330	0,0397	0,0088	0,036	0,007802	0,205265
9	L 50.50.4	0,0120	0,0587	$-5{,}369 \times 10^{-17}$	$9{,}122 \times 10^{-18}$	$3{,}016 \times 10^{-17}$	0,127082
10	L 50.50.4	-2,7350	0,0397	0,0087	0,035	0,006805	0,205411
11	L 50.50.4	0,0110	0,0587	$-1{,}983 \times 10^{-17}$	$8{,}052 \times 10^{-18}$	$1{,}114 \times 10^{-17}$	0,127066
13	L 50.50.4	-2,3250	-0,0172	-0,0049	0,025	0,005063	0,119239
15	L 50.50.4	0,0045	0,0493	$4{,}676 \times 10^{-17}$	$8{,}089 \times 10^{-18}$	$-2{,}882 \times 10^{-17}$	0,103218
16	L 50.50.4	-2,3830	0,0123	-0,0003684	0,011	-0,003825	0,115323
17	L 50.50.4	-0,0058	0,0493	$4{,}676 \times 10^{-17}$	$8{,}089 \times 10^{-18}$	$-2{,}882 \times 10^{-17}$	0,104226
19	L 50.50.4	-2,3830	0,0121	-0,000787	0,011	-0,004344	0,115327
20	L 50.50.4	-0,0054	0,0493	$4{,}676 \times 10^{-17}$	$8{,}089 \times 10^{-18}$	$-2{,}882 \times 10^{-17}$	0,104150
22	L 50.50.4	-2,3250	-0,0169	-0,0051	0,025	0,005313	0,118685
24	L 50.50.4	0,0035	0,0493	$4{,}676 \times 10^{-17}$	$8{,}089 \times 10^{-18}$	$-2{,}882 \times 10^{-17}$	0,103206
25	L 50.50.4	-2,0170	-0,0251	0,0041	0,032	-0,00298	0,125970
26	L 50.50.4	0,0078	0,0419	$3{,}166 \times 10^{-17}$	$1{,}917 \times 10^{-17}$	$-2{,}092 \times 10^{-17}$	0,086111
28	L 50.50.4	-2,0300	-0,0496	-0,0387	0,053	0,034	0,149282
30	L 50.50.4	0,0440	0,0419	$1{,}87 \times 10^{-17}$	$2{,}652 \times 10^{-17}$	$-1{,}236 \times 10^{-17}$	0,086546
31	L 50.50.4	-2,0290	-0,0492	-0,0376	0,052	0,032	0,149121
33	L 50.50.4	0,0420	0,0419	$1{,}87 \times 10^{-17}$	$2{,}652 \times 10^{-17}$	$-1{,}236 \times 10^{-17}$	0,086525
34	L 50.50.4	-2,0170	-0,0246	0,0041	0,032	-0,002928	0,125205
35	L 50.50.4	0,0067	0,0419	$3{,}166 \times 10^{-17}$	$1{,}917 \times 10^{-17}$	$-2{,}092 \times 10^{-17}$	0,086098

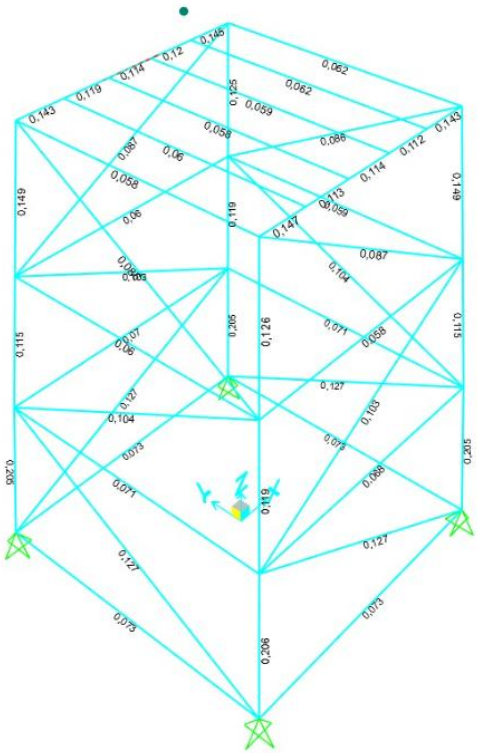
Kapasitas tangki air yang direncanakan untuk tahap awal adalah 500 liter. Namun, perhitungan struktur dalam SAP2000 disimulasikan dengan beban yang jauh lebih besar dari kapasitas tersebut. Hal ini bertujuan untuk

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

memberikan Faktor Keamanan (*Safety Factor*) yang tinggi serta mengakomodasi skalabilitas. Dengan desain ini, mitra memiliki fleksibilitas untuk mengganti toren dengan kapasitas yang lebih besar di masa depan (misal dinaikkan menjadi 1000 liter) tanpa perlu membongkar atau memperkuat struktur kaki-kaki yang sudah ada, sehingga pekerjaan menjadi lebih efisien tanpa harus mendesain ulang dan pengadaan barang ulang.

Evaluasi keamanan struktur mengacu pada nilai *P-M ratio*, yaitu rasio interaksi antara gaya aksial (*P*) dan momen lentur (*M*) yang terjadi pada batang baja. Jika rasio > 1,0 maka struktur tidak aman (berbahaya). Jika rasio < 1,0 maka struktur aman. Jika rasio mendekati 0 maka struktur sangat aman. Hasil analisis menggunakan perangkat lunak SAP2000 menunjukkan hasil yang sangat memuaskan. Sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2, nilai *P-M ratio* maksimum pada elemen struktur yang paling kritis tercatat hanya sebesar 0,2.

Angka 0,2 mengindikasikan bahwa tegangan yang terjadi pada baja baru terpakai sekitar 20% dari kapasitas penampang totalnya. Secara visual (Gambar 3), model struktur didominasi oleh warna biru muda. Dalam standar visualisasi SAP2000, warna biru mengindikasikan bahwa elemen struktur berada dalam kondisi tegangan yang sangat rendah dan jauh dari batas leleh (*yield*).



Gambar 3. Visualisasi *P-M ratio* pada struktur menara air.

Secara teoritis, nilai rasio 0,2 mengindikasikan kapasitas struktur yang jauh melebihi beban rencana (*over-design*). Namun, dalam konteks pengabdian masyarakat di mana pelaksanaan konstruksi dilakukan secara swadaya oleh masyarakat awam, angka ini menjadi justifikasi keamanan yang mutlak diperlukan. Berbeda dengan proyek komersial yang dikerjakan oleh tenaga ahli bersertifikasi dengan kendali mutu (*quality control*) yang ketat, konstruksi swadaya memiliki variabilitas mutu pengerjaan yang tinggi, terutama pada kualitas sambungan las dan presisi pemasangan. Profil baja yang relatif tebal dengan kapasitas sisa yang besar ini berfungsi sebagai cadangan kekuatan untuk mengkompensasi potensi ketidaksempurnaan pada titik-titik sambungan yang dikerjakan oleh warga. Dengan demikian, meskipun terdapat cacat mikro pada pengelasan atau ketidaklurusan pemasangan akibat keterbatasan alat dan keahlian, struktur menara air tetap memiliki integritas yang kokoh dan tidak mengalami kegagalan. Pendekatan desain konservatif ini dipilih untuk memprioritaskan keselamatan jangka panjang bagi mitra di atas efisiensi material semata.

3.3. Implementasi Fisik dan Dampak

Tahap akhir kegiatan pengabdian ini adalah realisasi desain menjadi infrastruktur fisik. Berdasarkan spesifikasi teknis dan dimensi profil baja yang telah diserahkan, mitra melakukan proses konstruksi secara swadaya. Hasil pemantauan di lapangan menunjukkan bahwa proses fabrikasi dan *erection tower* berjalan lancar dan

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i2.8738
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

sesuai dengan gambar rencana seperti pada Gambar 4. Menara air telah berdiri tegak dengan elevasi 5 meter dan menggunakan profil baja siku L.40.40.4 sesuai rekomendasi desain sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Tampak samping menara air sebelum dipasang.



Gambar 5. Menara air yang telah terpasang dan beroperasi penuh.

Validasi teknis dilakukan melalui uji pembebanan langsung (*full load test*). Tangki air berkapasitas 500 liter diisi penuh air hingga mencapai beban maksimum rencana. Hasil observasi visual menunjukkan bahwa struktur berdiri kokoh tanpa adanya indikasi deformasi, lendutan, maupun goyangan saat terjadi angin. Hal ini membuktikan bahwa hasil simulasi numerik menggunakan SAP2000 yang menghasilkan *P-M ratio* 0,2 terbukti valid dan akurat di lapangan. Struktur mampu menahan beban gravitasi air secara stabil meskipun dikerjakan dengan metode konstruksi sederhana.

Dampak keberadaan infrastruktur baru ini dievaluasi berdasarkan respon dari mitra. Berdasarkan wawancara pasca-konstruksi, mitra menyatakan tingkat kepuasan yang sangat tinggi. Indikator dampak positif yang dirasakan meliputi dua aspek utama:

1. Efisiensi Operasional: Sistem gravitasi dari ketinggian 5 meter terbukti mampu mengalirkan air dengan debit yang kencang ke seluruh area kandang, sehingga mempercepat proses sanitasi dan pemberian minum ternak tanpa memerlukan energi listrik tambahan untuk pompa pendorong. Sosialisasi penggunaan teknologi tepat guna seperti sistem gravitasi ini penting untuk memastikan masyarakat dapat mengelola sumber daya air secara mandiri dan berkelanjutan (Gaspersz, dkk., 2024) Hal ini ditunjukkan dengan bekerjanya sistem *sprinkler* yang juga bersamaan dipasang pada lokasi seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Sistem *sprinkler* yang bekerja menggunakan menara air yang telah dipasang.

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

2. Jaminan Keamanan: Mitra secara spesifik mengungkapkan hilangnya rasa was-was (kekhawatiran) akan risiko menara roboh. Sebelumnya, konstruksi swadaya tanpa hitungan seringkali menimbulkan kecemasan saat tangki terisi penuh atau saat terjadi angin kencang. Dengan adanya pendampingan desain yang berbasis perhitungan teknik sipil (SNI), mitra kini memiliki ketenangan pikiran dalam menjalankan aktivitas peternakan di sekitar area menara air.

Selain keberhasilan fisik, proses konstruksi swadaya ini juga menghasilkan dampak *intangible* berupa transfer pengetahuan keselamatan konstruksi. Melalui pendampingan intensif saat fabrikasi, anggota kelompok ternak yang sebelumnya awam konstruksi, diberikan pemahaman bahwa standar keamanan tidak hanya terletak pada hasil akhir bangunan, tetapi juga pada proses pengerjaannya. Pendekatan ini merupakan implementasi nyata dari budaya K3 di lingkungan warga, sebagaimana ditekankan dalam studi terdahulu bahwa simulasi dan pendampingan teknis merupakan metode efektif untuk meningkatkan kesadaran keselamatan kerja pada pekerja konstruksi (Harjanto, dkk., 2024). Dengan bekal ini, mitra kini memiliki keterampilan teknis baru yang menjadi modal berharga bagi mitra untuk melakukan pemeliharaan mandiri terhadap struktur menara di masa depan, seperti pengecatan ulang anti-karat maupun perbaikan minor, tanpa harus bergantung sepenuhnya pada pihak luar.

Secara teoretis maupun praktis, kebaruan dari kegiatan pengabdian ini terletak pada integrasi metode rekayasa sipil standar industri (analisis finite element SAP2000) ke dalam skema konstruksi swadaya masyarakat pedesaan. Mayoritas pembangunan infrastruktur desa umumnya hanya mengandalkan intuisi tukang lokal tanpa justifikasi rasio tegangan. Melalui pendekatan desain konservatif yang menghasilkan P-M ratio 0.2, pengabdian ini menawarkan model penyelesaian masalah yang menjembatani kesenjangan antara tuntutan standar keamanan struktural (SNI) dengan variabilitas mutu skill pengelasan masyarakat awam.

Peningkatan kapasitas mitra secara komprehensif setelah dilakukan program pendampingan ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Peningkatan Kapasitas Mitra (Kondisi Sebelum dan Sesudah Pelaksanaan)

Aspek Evaluasi	Kondisi Sebelum	Kondisi Sesudah
Kapasitas penampungan air	200 liter (defisit 60%)	500 liter (surplus, mencukupi untuk 40 ekor ternak)
Sistem distribusi air	Manual (tenaga manusia)	Otomatis (penggunaan *sprinkler*)
Keamanan struktur	Swadaya tanpa perhitungan teknis (risiko roboh yang tinggi)	Berstandar SNI (P-M ratio 0.2, sangat aman)
Keterampilan warga	Kurang memahami spesifikasi material baja	Memahami teknik penyambungan baja yang aman

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil menyelesaikan permasalahan krusial terkait ketersediaan air bersih pada Kelompok Ternak Gandos Berkah melalui perancangan ulang dan pembangunan infrastruktur menara air. Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan, dapat ditarik beberapa kesimpulan dalam aspek Kehandalan Struktur, Efisiensi Operasional dan Pemberdayaan dan Keamanan. Dalam aspek Kehandalan Struktur, perancangan struktur menggunakan profil baja siku L.40.40.4 terbukti sangat aman dengan nilai *P-M ratio* sebesar 0,2. Desain konservatif ini memberikan cadangan kekuatan (*redundancy*) yang memadai untuk mengakomodasi variabilitas mutu konstruksi swadaya, sekaligus memberikan fleksibilitas bagi mitra untuk meningkatkan kapasitas tangki di masa depan. Dalam aspek Efisiensi Operasional, pembangunan menara air setinggi 5 meter berhasil menciptakan tekanan hidrostatis yang optimal. Hal ini dibuktikan dengan berfungsinya sistem *sprinkler* dan distribusi air secara gravitasi tanpa bantuan pompa listrik, yang berkontribusi pada efisiensi biaya operasional dan kemudahan sanitasi kandang. Dalam aspek Pemberdayaan dan Keamanan, pendampingan teknis tidak hanya menghilangkan kekhawatiran mitra terhadap risiko kegagalan struktur, tetapi juga meningkatkan keterampilan teknis mitra dalam konstruksi baja. Hal ini menjamin keberlanjutan infrastruktur dan mendukung produktivitas peternakan jangka panjang. Mitra disarankan untuk melakukan perawatan berkala berupa pengecatan ulang struktur baja setiap 2–3 tahun sekali guna mencegah korosi dan menjaga umur layan bangunan.

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i2.8738
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

DAFTAR PUSTAKA

Dewobroto, W. (2016). Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain–AISC 2010 Edisi ke-2. *Tanggerang: Penerbit Jurusan Teknik Sipil UPH*.

Dewobroto, W., & Harapan, U. P. (2013). Komputer Rekayasa struktur dengan SAP2000. *Lumina, Jakarta*.

Gaspersz, R. S., Misdi, M., Fabanyo, A. M., & Ajatanoi, V. I. S. (2024). Sosialisasi Kualitas dan Pemanfaatan Air Permukaan Menggunakan Tenaga Listrik Distrik Arso Timur. *JURNAL ABDIMAS DINAMIS: JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, *5*(1), 8–13.

Halim, A. D., & Angelina, I. (2025). Pengembangan dan Edukasi Filter Air: Upaya Peningkatan Akses Air Bersih di Desa Baliloku, Wanokaka, Sumba Barat. *Masyarakat Berkarya: Jurnal Pengabdian Dan Perubahan Sosial*, *2*(1), 174–188.

Harjanto, F., Shidiq, M. G., & Yunianto, A. (2024). Simulasi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pekerja PT. Tukang Bangun Indonesia. *Jurnal PADE: Pengabdian & Edukasi*, *6*(2), 142–146.

Listyawan, A. B., Renaningsih, W. Q., & Susanto, A. (2017). Mekanika Tanah dan Rekayasa Pondasi. *Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta*.

Nurchasanah, Y., Jaenuri, W. A. H., & Ujianto, M. (2015). Evaluasi Kinerja Seismik Gedung Terhadap Analisis Beban Dorong. *Prosiding SNTT Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo*.

Rahmawati, D., Pamungkas, W. G., & Latif, M. (2021). Pendampingan Pembuatan Menara air Perumahan Royal RT 05 RW 09 Pedurungan, Semarang. *TEMATIK*, *1*(2).

Rochman, A. (2015). Buku Ajar Dasar-dasar Perencanaan Struktur Baja. *Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta*.

Saleh, A., Suryani, E., Rochman, A., & Mulyani, A. (2000). Evaluasi Ketersediaan Lahan Untuk Perluasan Areal Pertanian Mendukung Ketahanan Pangan Dan Agribisnis di Propinsi Sumatera Barat. *Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Bogor*.

Solikin, M., Rochman, A., Salim, S., Saputro, A. N. D., & Mubarak, F. (2022). Konsultasi Desain Renovasi Mushola Al-Amin di Desa Gembol RT 02 RW 13 Kec. Karanganyar Kab. Ngawi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, *5*(1), 45–52.

Susanto, S., Pradigta, M. D. I., Winarto, S., & Azhari, F. M. (2024). Pendampingan Kegiatan Pengelolaan Kualitas Air Bersih Dalam Program Penyediaan Air Minum Dan Sanitasi Berbasis Masyarakat Di Desa Sidomulyo, Kediri. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, *5*(2), 1833–1840.