

REKAYASA DAN PENERAPAN MESIN GRANULATOR SISTEM GETARAN UNTUK PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK MENJADI PUPUK KOMPOS DI KELOMPOK TANI TERNAK DESA GONDANGRAWE BOYOLALI

Budi Kristiawan¹, Doddy Setiawan², Musabbikhah³, Vincencius Martiano Christ Setyanto⁴, Jack Sebastian De Sambodo⁵, Ramdhani Adrian Saputra⁶, Dimas Widiabto⁷, Luthfi Alfath Nursalam⁸, Viky Nurhadi Fadly⁸

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia¹
Program Studi Akuntansi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia²
Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta, Surkoharjo, Indonesia³

e-mail: budi_k@staff.uns.ac.id¹, doddy.setiawan@staff.uns.ac.id², musabbikhah@sttw.ac.id³

*Corresponding Author

Submitted: May 22, 2025; Revised: June 22, 2025; Accepted: July 22, 2025; Published: November 12, 2025

ABSTRAK

Produksi kompos mitra di Desa Gondangrawe, Boyolali, masih bersifat konvensional dengan kapasitas 100 kg/bulan, kualitas rendah, tidak seragam. Tujuan pengabdian ini adalah merancang bangun dan menerapkan mesin granulator sistem getaran untuk mengolah limbah organik, guna meningkatkan efisiensi produksi, kualitas, dan nilai ekonomi kompos. Metode pelaksanaan meliputi desain rekayasa yang divalidasi melalui Finite Element Analysis (FEA), manufaktur, serta pelatihan dan pendampingan intensif kepada Kelompok Tani Ternak Sumber Rejeki (KTTSR) terkait operasional dan pengemasan. Hasil pengabdian adalah implementasi satu unit mesin granulator yang terbukti aman (Faktor Keamanan 15.00) dan layak secara ekonomi. Penerapan teknologi ini berhasil meningkatkan kapasitas produksi menjadi 160 kg/bulan (8 jam operasi) dan menghasilkan granul kompos yang lebih seragam, sehingga mempermudah penakaran serta meningkatkan nilai jual.

Kata kunci: Mesin Granulator, Pupuk organik, Limbah Organik

ABSTRACT

Compost production by partners in Gondangrawe Village, Boyolali, is still conventional with a capacity of 100 kg/month, low quality, and inconsistent. The objective of this community service project is to design and implement a vibration system granulator machine to process organic waste, in order to improve production efficiency, quality, and the economic value of compost. The implementation method includes engineering design validated through Finite Element Analysis (FEA), manufacturing, as well as intensive training and assistance to KTTSR related to operations and packaging. The results of this community service project are the implementation of a granulator machine unit that has been proven to be safe (Safety Factor 15.00) and economically feasible. The application of this technology has successfully increased production capacity to 160 kg/month (8 hours of operation) and produced more uniform compost granules, thereby facilitating measurement and increasing sales value.

Keywords: Granulator Machine, Organic Fertilizer, Organic Waste



Copyright © 2025 The Author(s)

This is an open access article under the CC BY-SA license.

PENDAHULUAN

Ketergantungan pertanian nasional pada pupuk kimia masih menjadi tantangan besar. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pertanian mendorong pemanfaatan pupuk organik sebagai bagian dari strategi pertanian berkelanjutan. Kuota pupuk bersubsidi meningkat dari 7,2 juta ton pada 2024 menjadi 9,55 juta ton pada 2025 untuk mendukung swasembada pangan. Penggunaan pupuk kimia (Azzam, 2025). Namun, pupuk bersubsidi ini masih banyak berupa pupuk kimia yang dalam jangka panjang berdampak pada penurunan kesuburan tanah dan pencemaran lingkungan, sehingga pupuk organik menjadi alternatif penting dalam mengurangi ketergantungan pupuk sintetis. Sejalan dengan itu, permintaan produk pupuk organik terus meningkat baik di pasar domestik maupun internasional, mendorong petani untuk beralih ke pupuk organik yang lebih ekonomis dan mendukung kualitas hasil panen (BRIN, 2023). Namun, pengelolaan pupuk organik siap jual masih belum optimal terutama disektor peternakan dan pertanian. Potensi ini seringkali belum tertangani dengan baik. Hal ini menjadi fokus umum dalam berbagai kegiatan pengabdian kepada masyarakat diantaranya pengabdian kepada kelompok ternak di Sukaharjo dalam mengatasi permasalahan pengelolaan limbah peternakan menjadi pupuk organik (Services et al., 2023).

Kegiatan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) ini mengangkat tema pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos menggunakan mesin granulator sistem getaran yang diusulkan mendukung implementasi fokus riset dalam RIRN 2017-2045 melalui kontribusi nyata pada ketahanan pangan dan ekonomi hijau. Disamping itu, topik yang diangkat juga memiliki keterkaitan erat dengan beberapa misi dalam Asta Cita serta berkontribusi pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG-12 (Responsible Consumption and Production) dan SDG-15 (Life on Land), serta mendukung Indikator Kinerja Utama (IKU) IKU 2, IKU 3, dan IKU 5.

Permasalahan utama Kelompok Tani Ternak Sumber Rejeki (KTTSR) sebagai mitra kegiatan PKM ini adalah proses produksi pupuk kompos di tingkat petani masih bersifat konvensional, kapasitas rendah, butiran tidak seragam, mudah pecah, berjamur dan tidak tahan lama. KTTSR beralamat di RT 14/RW 02, Gondangrawe, Kecamatan Andong, Kabupaten Boyolal, diketuai oleh Wardono, S.Sos, dan memiliki 22 anggota. KTTSR merupakan UKM ekonomi produktif yang sedang menggalakkan program *Integrated Farming System* (IFS). Program ini sejalan dengan hasil penelitian (Sekaran et al., 2021) (Kumar & Ghosh, 2021).

Program IFS ini bertujuan mengadopsi prinsip *zero waste* untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi sumber daya. Dengan IFS, Desa Gondangrawe memiliki potensi sumber daya yang memadai dalam pembuatan pupuk kompos organik menggunakan limbah tumbuhan dan limbah ternak dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Program IFS

Commented [WU1]: Cek kembali pustaka yang digunakan

mitra ini juga didukung oleh kepemilikan ternak oleh semua anggota KTTSR, sehingga ketersediaan limbah kotoran ternak sangat memadai yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemanfaatan limbah ternak untuk pembuatan kompos secara konvensional pada mitra kelompok tani sasaran

Selain itu permasalahan dalam pengolahan pupuk organik terbatas juga dalam pengolahan limbah yang terbatas. Pupuk kompos granular yang dihasilkan secara manual memiliki banyak keterbatasan, seperti tekstur tidak seragam dan mudah menggumpal sehingga menyulitkan dalam penakaran. Dengan metode konvensional ini, kedua mitra secara gabungan hanya mampu memproduksi sekitar 100 kg pupuk per bulan. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan intervensi teknologi tepat guna berupa mesin granulator (Purba et al., 2022). Kegiatan ini didukung oleh hasil pengabdian (Bakhri, 2020) yang telah membuat teknologi tepat guna untuk pembuatan pakan ternak entok dengan cara pemanfaatan dan pengolahan limbah pertanian dan perkebunan yang dimiliki mitra KTTSR, selanjutnya digiling menjadi serbuk dan difermentasi sebagai pakan tambahan ternak di KTTSR. Pada kegiatan PKM ini, proses rekayasa mesin Granulatori telah melalui tahapan desain konseptual yang tervalidasi, di mana Konsep 3 ("Mesin Granulator Sistem Getaran") terpilih berdasarkan analisis kelayakan *House of Quality* (HoQ) dan *Design Requirement and Objective* (DRO).

Bertitik tolak dari permasalahan mitra, **tujuan utama** dari kegiatan pengabdian ini adalah merancang dan menerapkembangkan desain rekayasa mesin granulator sistem getaran untuk mengolah limbah organik menjadi pupuk kompos granular, yang sekaligus mendukung program *integrated Farming* dari mitra KTTSR.

METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan yang telah dicanangkan, yaitu merancang dan menerapkan teknologi tepat guna berupa mesin granulator. Pelaksanaan kegiatan ini mencakup serangkaian tahapan yang terstruktur, mulai dari desain rekayasa hingga evaluasi luaran.

Alat utama yang diterapkan adalah 1 unit mesin granulator sistem getaran, yang merupakan produk hilirisasi riset dan hasil rekayasa desain oleh tim pengusul dan mahasiswa Proses manufaktur didukung oleh fasilitas Laboratorium Pogram Studi Teknik Mesin (PSTM) Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret dan Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta. Bahan baku utama yang digunakan dalam kegiatan ini adalah limbah organik yang tersedia di lokasi mitra, terutama kotoran ternak, sekam padi, abu, dan dolomit.

Mitra sasaran kegiatan ini adalah KTTSR di Desa Gondangrawe, Kecamatan Andong, Kabupaten Boyolali. Mitra berpartisipasi aktif sebagai subjek program. Peran mitra meliputi penyediaan lokasi untuk *Focus Group Discussion* (FGD) dan penempatan mesin, penyediaan bahan baku kompos, pengoperasian mesin, perawatan mesin, penyiapan sumber daya manusia (anggota kelompok) untuk mengikuti pelatihan, pemasaran produk granul sehingga memberikan nilai tambah berupa peningkatan keterampilan teknis dan peluang usaha yang berkelanjutan serta komitmen untuk menanggung biaya operasional pasca program selesai. Partisipasi masyarakat dalam penerapan desain inovasi ini juga menjadi kunci keberhasilan Mitra sasaran. Anggota KTTSR dilibatkan sejak tahap identifikasi kebutuhan, diskusi desain, uji coba lapangan, hingga evaluasi performa mesin. Model partisipatif ini memastikan bahwa teknologi yang diterapkan benar-benar menjawab kebutuhan pengguna dan mudah diadopsi dalam kegiatan harian mereka.

Metode pelaksanaan dibagi menjadi beberapa tahapan sistematis yang disesuaikan untuk mengatasi permasalahan prioritas mitra yang disajikan pada *flow chart* Gambar 2.

Gambar 2. *Flow Chart* pelaksanaan PKM

Commented [WU2]: Bisa dijelaskan dengan kalimat

Untuk mengukur tingkat ketercapaian kegiatan, dilakukan dua kali Monev berdasarkan SOP LPPM UNS 2024 yang mencakup

a. Evaluasi Pelaksanaan (dilakukan dalam 5 bulan)

Alat ukur yang digunakan adalah instrumen evaluasi deskriptif dengan delapan indikator, antara lain:

- 1) Kesesuaian pelaksanaan program terhadap rencana jadwal yang ditetapkan,
- 2) Kesesuaian pelaksanaan program terhadap substansi PKM yang ditetapkan,
- 3) Ketersediaan bukti-bukti pelaksanaan (ipteks, foto-foto, dan video kegiatan),
- 4) Pendayagunaan fasilitas kampus untuk pelaksanaan PKM,
- 5) Partisipasi mitra dalam pelaksanaan program,
- 6) Ketersediaan *log book* kegiatan,
- 7) Keterserapan anggaran, dan
- 8) Peran aktif dan kekompakan pelaksana PKM

b. Monitoring dan evaluasi luaran PKM

Monitoring dan evaluasi luaran PKM akan dilakukan sekitar 1 bulan sebelum kontrak berakhir. Indikator capaian luaran akan dinilai berdasarkan instrumen sebagai berikut.

- 1) Mutu ipteks yang didaya-gunakan di mitra PKM,
- 2) Peningkatan keterampilan mitra PKM,

- 3) Mutu artikel ilmiah dan mutu jurnal yang dituju,
- 4) Mutu artikel dalam media masa dan media yang menerbitkannya,
- 5) Mutu video kegiatan dan channel youtube yang mempublikasikannya, dan
- 6) Keterserapan anggaran.

Commented [WU3]: Evaluasi dikaitkan dengan evaluasi kegiatan yang berdampak langsung dengan mitra pengabdian

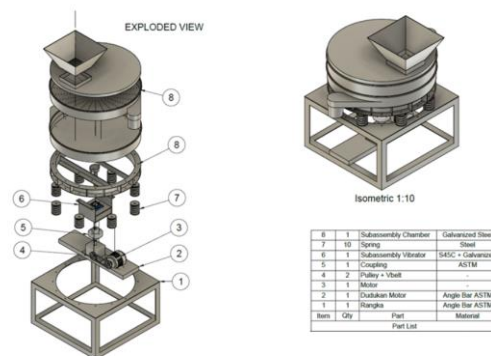
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan pada perancangan serta analisis kelayakan teknologi yang tepat guna, yaitu Mesin Granulator Sistem Getaran. Kegiatan ini mengubah kebutuhan mitra menjadi rencana teknis yang telah divalidasi, serta menyebarkan pengetahuan tentang desain rekayasa (CAD), analisis elemen hingga (FEA), dan kelayakan ekonomi.

a. Identifikasi Kebutuhan Mitra dan Desain Rekayasa

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui beberapa tahapan metodologis yang sistematis, dimulai dari identifikasi masalah di tingkat mitra hingga menghasilkan desain yang siap diimplementasikan. Pelaksanaan dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi Kebutuhan: Studi awal mengidentifikasi bahwa KTTSR sebagai mitra membutuhkan alat untuk meningkatkan kualitas dan nilai jual pupuk kompos. Masalah utamanya adalah tekstur pupuk curah yang tidak seragam, sehingga mempengaruhi kualitas dan nilai jual nya.
2. Perumusan Konsep: Tim pelaksana melakukan *brainstorming* dan analisis *House of Quality (HoQ)* (Siagian et al., 2024) untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna (seperti kapasitas 20 kg/jam, harga terjangkau, operasional mudah) menjadi spesifikasi teknis.
3. Pemilihan Desain: Dari tiga konsep awal, dilakukan evaluasi menggunakan matriks keputusan, mesin granulator sistem getaran terpilih sebagai solusi terbaik, terutama karena unggul dalam aspek biaya manufaktur yang rendah dan kemudahan manufaktur. Desain rekayasa mesin granulator pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain rekayasa mesin granulator

Dari desain yang dipilih kemudian dilakukan analisis kekuatan untuk mengetahui *safety factor* dari mesin granulator sistem getaran. Analisis dilakukan menggunakan *Ansys Workbench*

, perangkat lunak untuk simulasi uji kekuatan desain CAD 3D (A & Jayanto, 2025), yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Tabel hasil simulasi keamanan rangka

Analisis	Teori	Minimum	Maksimum
<i>Safety Factor</i>	<i>Safety Factor (per body)</i>	15.00	15.00
<i>Stress</i>	Von Mises	0,00 MPa	1,16 MPa

Simulasi struktur rangka/base yang dilakukan berguna untuk menganalisis responsnya terhadap pembebanan. Gaya sebesar 500 N (51 Kg) diterapkan pada rangka/base, dengan arah utama pada sumbu Y negatif (ke bawah). Hasil simulasi menunjukkan distribusi tegangan von Mises dan faktor keamanan di seluruh komponen. Analisis tegangan von Mises mengungkapkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada rangka/base adalah sebesar 1.16 MPa. Nilai ini sangat rendah, mengindikasikan bahwa desain mampu mendistribusikan beban secara efektif tanpa mengalami konsentrasi tegangan yang signifikan.

Hasil simulasi faktor keamanan menunjukkan nilai minimum dan maksimum sebesar 15.00 pada seluruh bagian rangka/base. Angka faktor keamanan 15.00 ini menandakan bahwa struktur mampu untuk menahan beban hingga 15 kali lipat dari beban yang diterapkan saat ini sebelum mencapai batas luluhnya, menegaskan bahwa desain ini memiliki keamanan sangat tinggi.

b. Manufaktur dan Sosialisasi Pelatihan Mesin

Setelah dilakukan analisis keamanan dan faktor keselamatan mesin, proses manufaktur dilaksanakan di fasilitas Laboratorium Program Studi Teknik Mesin (PSTM) Fakultas Teknik UNS dan STTW Surakarta. Selanjutnya, mesin granulator sistem getaran pada Gambar 4 yang telah selesai diproduksi diserahkan, serta dilanjutkan dengan kegiatan pelatihan dan pendampingan yang meliputi operasi, penguasaan mesin, pengemasan produk, hingga pemasarannya.



(a)





(b)

Gambar 4. (a) Manufaktur Mesin Granulator Berbasis Getaran, (b) Sosialisasi serta pelatihan mesin kepada mitra

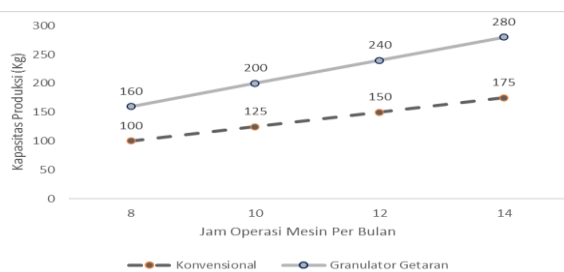
c. Hasil Akhir

Kegiatan ini memberikan nilai tambah dan dampak perubahan yang signifikan bagi mitra, baik jangka pendek maupun jangka panjang, mitra beralih dari proses pengayakan manual yang lambat dan melelahkan ke proses mekanis. Ini meningkatkan efisiensi waktu dan mengurangi beban kerja fisik. Teknologi ini berhasil meningkatkan kapasitas produksi pupuk organik yang awalnya 100 Kg per bulan menjadi 160 Kg per bulan. Dengan kapasitas mesin sebesar 20 Kg/Jam dan beroperasi selama 8 jam per bulan. Peningkatan kapasitas produksi dapat dilihat pada tabel Tabel 3 dan Gambar 5. Tabel Kapasitas Produksi Pupuk Organik

Jam Operasi/ Bulan (jam)	Metode Konvensional (Kg)	Mesin Granulator Berkas Getaran (Kg)
8	100	160
10	125	200
12	150	240
14	175	280

Commented [WU5]: Tambahkan judul tabel

Commented [WU4]: Apakah data tersebut benar?



Gambar 5. Grafik kapasitas produksi pupuk organik

Kualitas dari pupuk granul yang dihasilkan cukup seragam (Gambar 6) dibandingkan dengan metode konvensional, hasil akhir ini meningkatkan kualitas pupuk organik dalam efektifitas

penyerapan (Liu et al., 2021) dan mempermudah dalam penakaran serta meningkatkan daya jualnya di pasaran.



Gambar 6. Hasil Akhir Pupuk dengan Menggunakan Mesin Granulator Sitem Getaran

SIMPULAN

1. Proses desain dan manufaktur mesin granulator pupuk kompos berbasis sistem getar yang telah dibuat melalui proses desain konseptual dan teknis. Proses ini bersifat metodelis dan mempertimbangkan kinerja teknis, kemudahan operasional, dan kebutuhan fungsional.
2. Analisis elemen hingga (FEA) menggunakan *Ansys Workbench* menunjukkan bahwa seluruh struktur memiliki nilai safety factor sebesar 15.00, jauh di atas ambang aman. Tegangan maksimum yang terjadi hanya sekitar 3,367 MPa, sangat rendah jika dibandingkan dengan *yield strength* material sebesar 207 MPa. Berdasarkan seluruh analisis tersebut, menunjukkan bahwa desain mesin granulator ini telah memenuhi syarat kekuatan, kestabilan, dan efisiensi, serta layak untuk diterapkan di dunia nyata.
3. Tahap pengembangan selanjutnya, perlu dilakukan beberapa penyesuaian yang bersifat fungsional maupun struktur sehingga dapat memastikan performa mesin granulator dapat digunakan untuk produksi pupuk kompos dengan optimal.
4. Sebagai upaya untuk meningkatkan kemudahan perawatan mesin, disarankan penambahan fitur hole dengan opsi counterbore atau countersink. Fitur ini memungkinkan pemasangan dan pelepasan baut, mur dan washer dilakukan dengan lebih cepat dan presisi, memberikan akses yang lebih mudah saat proses pembongkaran atau perakitan ulang komponen mesin granulator, serta mengurangi risiko komponen kendur akibat getaran berulang.

Commented [WU6]: Kesimpulan dibuat kalimat 1 paragraf singkat yang menggambarkan point penting yang dicapai

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sebelas Maret (LPPM UNS) atas bantuan pendanaan dan fasilitasnya dalam skema pengabdian Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) dengan kontrak No. 3040.1/UN27.22/PT.01.03/2025.

DAFTAR REFERENSI

- A, P., & Jayanto, A. D. (2025). *Journal Of Applied Mechanical Analysis of the Frame Strength on the Paint Mixer Machine Using ANSYS Workbench Software*. 1(1), 15–25.
- Azzam, A. (2025). *Pupuk Indonesia Siapkan Sebanyak 9,55 Juta Ton Pupuk Bersubsidi Pada 2025*. 9 Januari 2025. <https://foto.bisnis.com/view/20250109/1830131/pupuk-indonesia-siapkan-sebanyak-9-55-juta-ton-pupuk-bersubsidi-pada-2025>
- Bakhri, S. & Musabbikhah(2020). *Rekayasa Pembuatan Pakan Ternak Tambahan Berbahan Baku*. Submit : 15 Agustus 2020 , Accepted : 12 November 2020 Publish : 24 November 2020. 1(November), 21–26.
- BRIN. (2023). *BRIN Bahas Sistem Pertanian Organik dan Prospeknya di Indonesia*. 8 Juni 2023. <https://www.brin.go.id/news/112994/brin-bahas-sistem-pertanian-organik-dan-prospeknya-di-indonesia>
- Kumar, A., & Ghosh, A. (2021). *Integrated Farming System : An Overview*. 2(2).
- Liu, G., Zotarelli, L., Li, Y., Dinkins, D., Wang, Q., & Ozores-Hampton, M. (2021). Controlled-Release and Slow-Release Fertilizers as Nutrient Management Tools. *Edis*, 2020(8), 1–6. <https://doi.org/10.32473/edis-hs1255-2014>
- Purba, A. S. R., Hasballah, T., Januardi, D., & Agung, U. D. (2022). *Rancang Bangun Mesin Pembuat Pupuk Organik Granul Kapasitas 123 Kg/Jam*. 3(1), 96–101.
- Sekaran, U., Lai, L., Ussiri, D. A. N., Kumar, S., & Clay, S. (2021). Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security – A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 5, 100190. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100190>
- Services, C., Kecamatan, K., & Kabupaten, B. (2023). *IJECS: Indonesian Journal of Empowerment and Community Services*. 2(2), 90–97.
- Siagian, W. M., Tambunan, A. E., & Toba, K. (2024). *Perancangan Mesin Penggiling Jagung Menggunakan Metode Axiomatic House Of Quality (AHOQ)*. 13(1), 52–60.

Commented [WU7]: Cek kembali