



PAPARAN KEILMUAN JABATAN GURU BESAR
UNIVERSITAS PADJADJARAN

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BERBASIS GELOMBANG ULTRASONIK MELALUI REKAYASA BAHAN FUNGSIONAL



Prof. Dr. Darmawan Hidayat , S.Si., MT

**PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BERBASIS
GELOMBANG ULTRASONIK MELALUI
REKAYASA BAHAN FUNGSIONAL**

Paparan Keilmuan Berkenaan dengan Pengukuhan
Jabatan Guru Besar dalam Bidang Ilmu
Rekayasa Material dan Sensor Ultrasonik
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Padjadjaran

Bandung, 22 Juli 2025

Oleh

Darmawan Hidayat



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI,
SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN
BANDUNG
2025**

Kepada yang terhormat

1. Menteri Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi RI
2. Rektor Universitas Padjadjaran
3. Pimpinan dan anggota Majelis Wali Amanat
4. Pimpinan dan anggota Senat Akademik
5. Pimpinan dan anggota Dewan Profesor
6. Para Guru Besar tamu
7. Para Wakil Rektor
8. Para Dekan dan Wakil Dekan
9. Para Direktur di lingkungan Unpad
10. Seluruh Sivitas Akademika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
11. Keluarga yang saya cintai,
12. Para Undangan dan Hadirin yang saya muliakan.

Para hadirin yang saya hormati

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua.

Segala puji bagi Allah SWT dan shalawat serta salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW.

Alhamdulillah rabbilalamin. Puji dan syukur atas segala karunia dan nikmat dari Allah SWT, sehingga kita dapat hadir di tempat yang mulia ini menghadiri acara pengukuhan Jabatan Guru Besar saya, dalam bidang **Rekayasa Material dan Sensor Ultrasonik**, di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran.

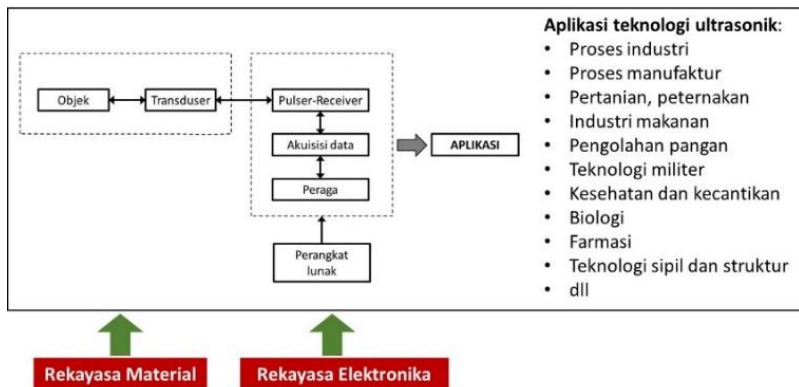
Pada kesempatan yang mulia ini saya akan memaparkan keilmuan pengukuhan Guru Besar dengan judul:

Pengembangan Teknologi Berbasis Gelombang Ultrasonik melalui Rekayasa Bahan Fungsional

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang suara yang memiliki frekuensi di atas 20 kHz dan merambat secara longitudinal pada medium yang dilaluinya. Gelombang ultrasonik memiliki beberapa sifat unggul seperti:

1. Pancaran gelombang yang relatif terarah dan koheren
2. Energi tinggi
3. Kecepatan rambat tergantung frekuensi dan medium rambat
4. Jangkauan rambatannya cukup dengan rugi energi yang kecil
5. Radiasi ultrasonik dalam air dapat menimbulkan gelembung

Berdasarkan sifat-sifat unggul tersebut, gelombang ultrasonik banyak digunakan dalam berbagai teknologi penting penunjang strategis nasional, seperti: militer, kesehatan, kedokteran (ultrasonografi, USG), kecantikan, pertanian, peternakan, teknik sipil, proses-proses industri (*cleaning, nebulizing, welding*), pengukuran besaran fisis, uji tak-merusak, pengolahan pangan, dan sejenisnya.



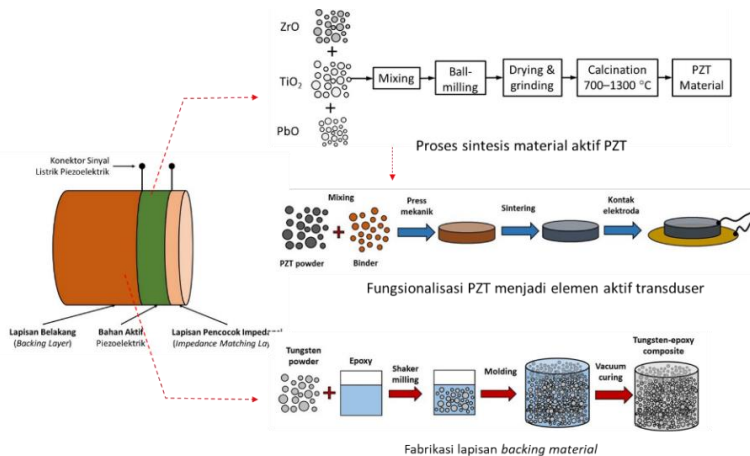
Gambar 1. Blok diagram tipikal teknologi berbasis gelombang ultrasonik

Sistem tipikal teknologi berbasis gelombang ultrasonik dibangun dari tiga komponen utama, yaitu: (i) **transduser/sensor**, (ii) **pulser**, dan (iii) **peraga/akuisisi data**

(Gambar 1). Komponen utama dalam teknologi ini adalah komponen transduser/sensor ultrasonik. Komponen ini mengubah sinyal listrik menjadi gelombang ultrasonik dan sebaliknya transduser juga dapat mengubah gelombang ultrasonik menjadi sinyal listrik yang selanjutnya diproses oleh perangkat secara elektronik dan perangkat lunak.

Salah satu teknik umum pembangkitan gelombang ultrasonik adalah dengan menggunakan transduser berbasis bahan aktif piezoelektrik. Transduser jenis ini dibangun dari tiga komponen bahan utama yaitu kristal bahan aktif piezoelektrik (*active element*), bahan lapisan belakang (*backing material*), dan bahan pencocok impedansi (*impedance matching layer*) seperti terlihat pada Gambar 2 [1,2].

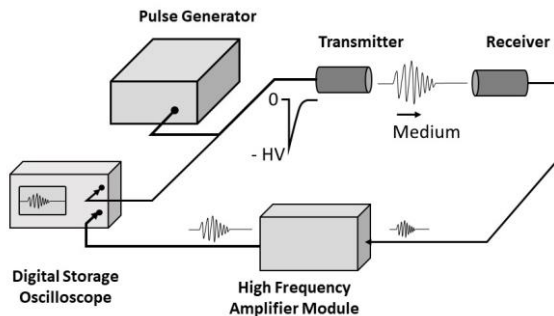
Indonesia sebagai negara dengan sumber daya alam dan manusia yang melimpah, teknologi berbasis gelombang ultrasonik memainkan peranan penting. Potensi kebutuhan teknologi ini di Indonesia cukup besar. Namun begitu, sejauh ini Indonesia belum memiliki industri yang fokus dalam pengembangan dan produksi teknologi-teknologi berbasis gelombang ultrasonik. Akibatnya, transduser ultrasonik masih impor dengan harga yang relatif mahal dan menyebabkan Indonesia masih ketergantungan produk impor. Bahkan, penelitian dalam pengembangan teknologi berbasis gelombang ultrasonik juga masih relatif terbatas.



Gambar 2. Rekayasa material untuk sensor ultrasonik[3,4,5]

Ada dua kunci utama rekayasa untuk menguasai pengembangan teknologi berbasis gelombang ultrasonik, yaitu:

1. **Rekayasa material fungsional** penyusun sensor ultrasonik, yaitu: rekayasa bahan elemen aktif (piezoelektrik), rekayasa bahan lapisan belakang (*backing layer*), dan rekayasa bahan pencocok impedansi (*impedance matching layer*)(Gambar 2).
2. **Rekayasa sistem elektronika**, meliputi: rekayasa sistem pulser-receiver, dan rekayasa sistem instrumentasi akuisisi data (Gambar 3).

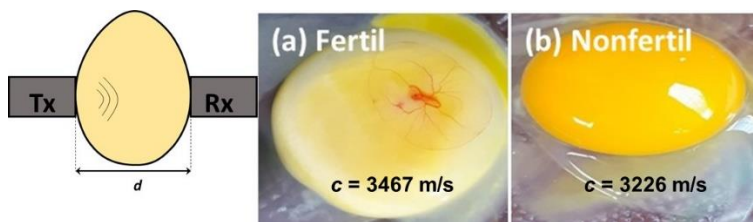


Gambar 3. Rekayasa sistem elektronika untuk fungsionalisasi sensor ultrasonik[6]

Para hadirin yang saya hormati

Berikut adalah beberapa kegiatan penelitian dan kerjasama antarkeilmuan baik di dalam dan luar lingkungan Unpad, sebagai aplikasi dan pengembangan teknologi berbasis gelombang ultrasonik di Departemen Teknik Elektro dalam bidang bidang ilmu Peternakan, Biologi, dan Lingkungan sebagai kontribusi dalam bidang pengembangan teknologi berbasis gelombang ultrasonik.

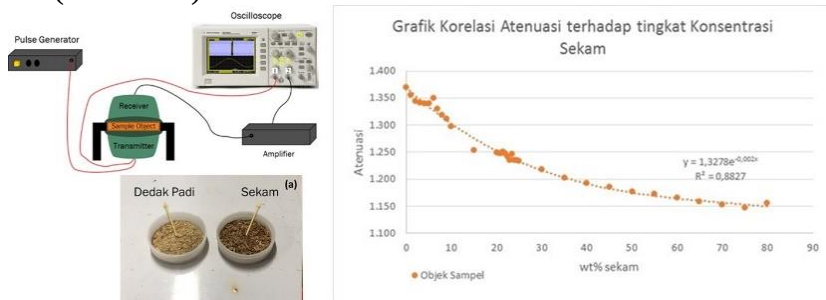
1. Deteksi fertilitas telur unggas: gelombang ultrasonik dirambatkan ke dalam telur unggas untuk mendeteksi fertilitas tanpa perlu memecahkan objek telur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan rambat gelombang ultrasonik pada telur fertil dan infertil masing-masing adalah 3467 dan 3226 m/s (Gambar 4).



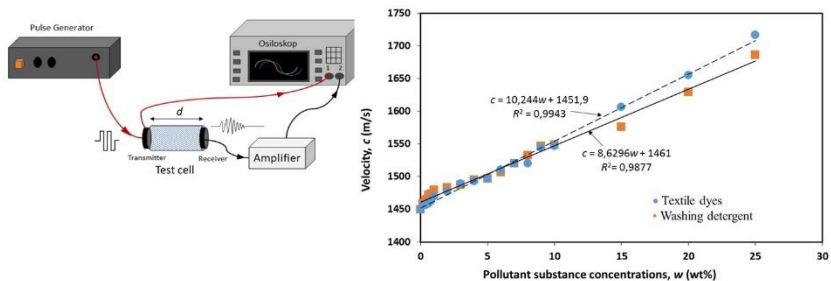
Gambar 4. Ultrasonik untuk deteksi fertilitas telur unggas

2. Deteksi pemalsuan/pengoplosan komoditas dedak padi. Tantangan penelitian ini adalah merambatkan gelombang ultrasonik pada medium serbuk yang tidak banyak dilakukan. Dedak padi yang bernilai ekonomis tinggi dioplos dengan serbuk sekam yang kurang bernilai ekonomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa atenuasi gelombang ultrasonik menurun seiring dengan peningkatan kuantitas zat oplosan sekam [7] (Gambar 5).
3. Deteksi pencemaran air sungai. Kecepatan gelombang ultrasonik dirambatkan ke sampel air sungai yang tercemar zat pewarna tekstil dan deterjen menunjukkan korelasi yang

kuat dengan kedua konsentrasi zat pencemar tersebut [8] (Gambar 6).



Gambar 5. Ultrasonik untuk deteksi pengoplosan dedak padi



Gambar 6. Ultrasonik untuk deteksi pencemaran zat pewarna tekstil

Simpulan

Teknologi berbasis gelombang ultrasonik berperan vital dalam kemaslahatan manusia. Kebutuhan teknologi ultrasonik terus meningkat dalam bidang sains, teknologi, hayati, lingkungan, industri, kesehatan. Pengembangan teknologi ini masih terus terbuka lebar. Namun sayangnya, Indonesia belum memiliki industri yang memproduksi perangkat dan komponen-komponen teknologi sehingga pengadaannya ini masih impor.

Dua kunci untuk menguasai teknologi ini adalah rekayasa material dan rekayasa elektronika sehingga dapat mengurangi ketergantungan produk impor. Pengembangan teknologi

ultrasonik di Unpad khususnya juga diperlukan dalam kegiatan riset dan hilirisasi riset antardisiplin keilmuan. Oleh karena itu, sebagai rekomendasi, akselerasi institusi dan pertimbangan bagi Unpad membuka prodi-prodi keteknikan terkait untuk akselerasi pengembangan teknologi dan hilirisasi riset.

Ucapan Terimakasih

1. Kedua orang tua Hindun Yusmita (*almh*) dan Saleh Ngadio (*alm*) atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, dan perjuangan dalam mengantarkan saya ke titik capaian ini. Juga kepada seluruh kakak-kakak yang telah banyak membantu dalam berbagai keadaan dan kesulitan.
2. Istri dan anak tercinta Rose Rossalyn, S.Si. dan Athariz Muhammad Safwan yang menemani keseharian kehidupan.
3. Dekan FMIPA Unpad beserta jajaran
4. Kolega dosen dan tendik Departemen Teknik Elektro Unpad
5. Kolega dosen Dept. Fisika, dan dosen di lingkungan FMIPA
6. Prof. Kikuo Okuyama, Hiroshima University, Japan
7. Prof. Takashi Ogi, Hiroshima University, Japan
8. Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.
9. Prof. Dr. Eng. Hendri Widiyandari, S.Si., M.Si
10. Prof. Amoranto Trisnobudi, ITB
11. Prof. Harijono A. Tjokronegoro, ITB
12. Prof. Bernard Y. Tumbelaka, Teknik Elektro Unpad
13. Prof. Taufik, Calpoly State University, USA
14. Prof. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si., Univ. Andalas
15. Dr. Qomarudin, M.Sc., Fisika, Unpad
16. Drs. Jajat Yuda Mindara, M.S., Fisika Unpad
17. Prof. I Made Joni, M.Sc., Fisika Unpad
18. Prof. Camellia Panatarani., Fisika Unpad
19. Prof. Dr. rer.nat. Yudi Rosandi, M.Si., Geofisika Unpad
20. Dr. Bambang Mukti Wibawa, M.S., Teknik Elektro Unpad
21. Drs. Nendi Suhendi, M.S., Teknik Elektro Unpad
22. Dr. Setianto, M.S.
23. Ir. Mimin Muhaemin, M.Eng., Ph.D., FTIP Unpad

Daftar Pustaka

1. Suyun Ham and John S. Popovics. 2015. Application of Micro-Electro-Mechanical Sensors Contactless NDT of Concrete Structures. *Sensors* 2015, 15, 9078-9096.
2. Mokhammad Halim Fathoni, Harris Pirngadi, dan Muhammad Rivai. 2013. Perancangan, Pembuatan dan Karakterisasi Transduser Ultrasonik 3,5 MHz untuk Pengujian Bahan Padat. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 2, hal. A306 – 311.
3. **Darmawan Hidayat**, Setianto, M. Taufik. One-step synthesis of lead zirconate titanate particles using a solid-state reaction method, *Heliyon*, 8 (2022) e09125.
4. **Darmawan Hidayat**, N.S. Syafei, S. Setianto, Y. Rosandi, Controllable acoustic properties of tungsten-epoxy composites prepared using a shaker-type ball milling process, *Results in Materials*, 2024, 21, 100503.
5. **Darmawan Hidayat**, Setianto. Control of tungsten-epoxy composite porosity prepared using a high-energy ball milling method: An engineering aspect of backing layer fabrication, *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 2024, 9(4), 100793.
6. **Darmawan Hidayat**, N.S. Syafei, S. Setianto, B.M. Wibawa. MOSFET-based high voltage short pulse generator for ultrasonic transducer excitation. *The 1st International Conference and Exhibition On Powder Technology Indonesia (ICePTi) 2017*, AIP Conference Proceedings 1927(1):030018, 2017.
7. D.D. Bhagaspati, N.S. Syafei, **Darmawan Hidayat**. Investigation of Husk Adulterated Rice Bran using Ultrasonic Wave. *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS)*, pp. 396--400, 2021.
8. **Darmawan Hidayat**, A. Ramadhita, N.S. Syafei, S. Setianto, A. Turnip. Textile Dyes-Polluted Water Detection using Ultrasonic Waves Propagation Method, *Internetworking Indonesia Journal*, 14(1) 2022.

Curriculum Vitae/Riwayat Hidup



Prof. Dr. Eng. Darmawan Hidayat, S.Si., M.T.

Bandung, 15 Desember 1974

Departemen Teknik Elektro

Bidang ilmu: **Rekayasa Material dan Sensor Ultrasonik**

Rumpun **Ilmu Terapan**

Cabang Ilmu **Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika**

S1: Fisika (Instrumentasi), Universitas Padjadjaran
(1993 – 1998)

S2: Program Instrumentasi dan Kontrol, ITB (2002 – 2004)

S3: Chemistry & Chemical Engineering, Hiroshima Univ. Japan
(2007 – 2010)

Publikasi : 11 Q₁, 5 Q₂, 2 Q₃, 17 Q₄, 15 Conf. papers

Paten : 6 Inventor utama, 3 Co-inventor

Hak Cipta : 3 Inventor Utama

Penghargaan : Hosokawa Micron Powder Award, Japan, 2009

Karya Buku : 2 (ISBN)

Publikasi:

1. Fermentability, digestibility, and gas production of Garut sheep fed maize straw silage-based rations balanced with rice bran and rice husks (in vitro), *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2025, 34(1), pp. 87–97. Q2
2. Control of tungsten-epoxy composite porosity prepared using a high-energy ball milling method: An engineering aspect of backing layer fabrication, *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 2024, 9(4), 100793. Q1
3. Analyzing COVID-19 outbreaks: A methodological approach with Gaussian pulse models, *MethodsX*, 12, 2024, 102639. Q2
4. Controllable acoustic properties of tungsten-epoxy composites prepared using a shaker-type ball milling process, *Results in Materials*, 2024, 21, 100503. Q2
5. Modeling the time-dependent transmission rate using gaussian pulses for analyzing the COVID-19 outbreaks in the world, *Scientific Reports*, 2023, 13(1), 4466. Q1
6. CeO₂@NH₂ functionalized electrodes for the rapid detection of SARS-CoV-2 spike receptor binding domain, *RSC Advances*, 13(9), pp. 5874 – 5884. Q1
7. Textile Dyes-Polluted Water Detection using Ultrasonic Waves Propagation Method, *Internetworking Indonesia Journal*, 14(1) 2022. Q4.
8. One-step synthesis of lead zirconate titanate particles using a solid-state reaction method, *Heliyon*, 8 (2022) e09125. Q1

