

EVALUASI KOMPARATIF ARSITEKTUR CNN, RNN, DAN CNN-LSTM UNTUK KLASIFIKASI TANGISAN BAYI

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom.)
Pada Program Studi Teknik Informatika



Oleh:

David Yoga Wicaksono
NPM: 2213020069

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
2026**

Skripsi Oleh:

David Yoga Wicaksono

NPM: 2213020069

Judul:

**EVALUASI KOMPARATIF ARSITEKTUR CNN, RNN, DAN CNN-LSTM
UNTUK KLASIFIKASI TANGISAN BAYI**

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 19 Juni 2026

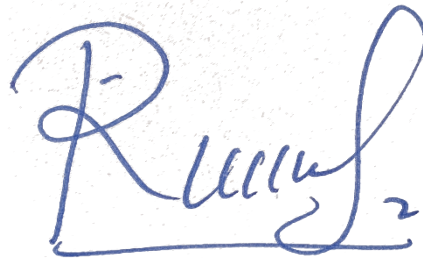
Pembimbing I



Daniel Swanjaya, M.Kom.

NIDN. 0723098303

Pembimbing II



Dr. Resty Wulanningrum, M.Kom.

NIDN. 0719068702

Skripsi Oleh:

David Yoga Wicaksono

NPM : 2213020069

Judul :

**EVALUASI KOMPARATIF ARSITEKTUR CNN, RNN, DAN CNN-LSTM
UNTUK KLASIFIKASI TANGISAN BAYI**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada tanggal : 15 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

1. Ketua : Daniel Swanjaya, S. Kom, M. Kom
2. Penguji I : Danar Putra Pamungkas, S. Kom, M. Kom
3. Penguji II : Dr. Resty Wulanningrum, S. Kom, M. Kom



Mengetahui,
Dekan FETIK

Dr. Sulistiono, M.Si.
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : David Yoga Wicaksono

Jenis Kelamin : Laki - Laki

Tempat/Tgl Lahir : Nganjuk, 24 Juli 2003

NPM : 2213020069

Fakultas/Prodi : Teknik dan Ilmu Komputer/ Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 15 Juli 2026
Yang Menyatakan



David Yoga Wicaksono
NPM : 2213020069

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak henti-hentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
2. Kakak-kakak dan adik-adik saya, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, yang menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

HALAMAN MOTTO

"The future belongs to those who refuse to give up."

— *Joachim Nokianvirtanen*

"Every ending is a new beginning."

— *Kiana Kaslana*

RINGKASAN

David Yoga Wicaksono Evaluasi Komparatif Arsitektur CNN, RNN, Dan CNN-LSTM Untuk Klasifikasi Tangisan Bayi, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2026

Kata Kunci: CNN, CNN+LSTM, Deep Learning, RNN, Tangisan Bayi

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perbandingan kinerja arsitektur CNN, RNN, dan CNN-LSTM dalam klasifikasi tangisan bayi. Tangisan bayi memiliki karakteristik suara yang berbeda sesuai kondisi tertentu, seperti lapar, sakit perut, tidak nyaman, bersendawa, dan lelah. Namun, perbedaan tersebut sulit dikenali secara manual, sehingga diperlukan pendekatan berbasis *deep learning*. Tahapan penelitian meliputi pra-pemrosesan audio, augmentasi data, ekstraksi fitur menggunakan *Mel Spectrogram*, pelatihan model CNN, RNN, dan CNN-LSTM, serta evaluasi menggunakan akurasi, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *loss*. Penelitian ini membandingkan skenario tanpa penyeimbangan dataset dan dengan SMOTE untuk mengatasi ketidakseimbangan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan SMOTE membantu model mengenali setiap kelas dengan lebih seimbang. Dari hasil evaluasi, CNN-LSTM memperoleh performa terbaik dibandingkan CNN dan RNN karena mampu menggabungkan ekstraksi fitur dan pemahaman pola sekuensial audio. Dengan demikian, CNN-LSTM dapat digunakan sebagai pendekatan efektif dalam klasifikasi tangisan bayi berbasis audio.

PRAKATA

Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya atas perkenaan-Nya tugas penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul **“EVALUASI KOMPARATIF ARSITEKTUR CNN, RNN, DAN CNN-LSTM UNTUK KLASIFIKASI TANGISAN BAYI”** ini ditulis guna memenuhi sebagai syarat untuk penulisan skripsi/tugas akhir, pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Pada Kesempatan ini diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. Selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang selalu memberikan dorongan motivasi kepada mahasiswa.
2. Dr. Sulistiono, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer yang selalu memberikan dukungan moral kepada mahasiswa.
3. Risa Helilintar, M. Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika yang selalu memberikan arahan kepada mahasiswa.
4. Daniel Swanjaya, S.Kom, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingannya.
5. Dr. Resty Wulanningrum, S.Kom, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingannya.
6. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
7. Ucapan Terima Kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak menyelesaikan proposal skripsi ini.

Disadari bahwa proposal skripsi ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan tegur, kritik, dan saran-saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Disertai harapan semoga proposal skripsi ini ada manfaat bagi kita semua, khususnya bagi dunia pendidikan .

Kediri, 15 Januari 2026

David Yoga Wicaksono
NPM. 2213020069

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
A. Teori dan Penelitian Terdahulu	8
1. Landasan Teori	8
2. Kajian Pustaka	19
B. Kerangka Berfikir.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
A. Desain Penelitian	28
B. Instrumen Penelitian	34
C. Tempat dan Jadwal Penelitian	39
D. Objek Penelitian/Subjek Penelitian	40
E. Prosedur Penelitian.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Hasil Penelitian	53

1. Implementasi Desain Sistem	53
2. Pengujian Fungsional	65
3. Pengujian Non-Fungsional.....	66
B. Pembahasan	77
1. Analisis Hubungan Prototipe dengan Model Klasifikasi	77
2. Analisis Hasil Skenario 1	77
3. Analisis Hasil Skenario 2	78
4. Analisis Komparatif CNN, RNN, dan CNN-LSTM	79
5. Analisis Model Terbaik.....	80
6. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	81
7. Keterbatasan Penelitian	82
BAB V PENUTUP.....	84
A. Simpulan.....	84
B. Implikasi	85
C. Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3. 1 Skenario Penelitian	32
Tabel 3. 2 Parameter Penelitian.....	33
Tabel 3. 3 Distribusi Dataset	35
Tabel 3. 4 Rancangan Pengujian Fungsional	37
Tabel 3. 5 Rancangan Pengujian Non-Fungsional.....	38
Tabel 3. 6 Jadwal Penelitian.....	40
Tabel 3. 7 Hasil Perhitungan Softmax	51
Tabel 4. 1 Implementasi Lembar Kerja Sistem.....	59
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Fungsional.....	65
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Skenario 1	67
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Skenario 2 Dengan SMOTE.....	71
Tabel 4. 5 Classification Report CNN-LSTM pada Skenario 2.....	75
Tabel 4. 6 Perbandingan Kinerja Model pada Kedua Skenario	76
Tabel 4. 7 Perbandingan Penelitian Ini dengan Penelitian Terdahulu	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur CNN.....	13
Gambar 2. 2 Arsitektur RNN.....	15
Gambar 2. 3 Arsitektur CNN-LSTM.....	16
Gambar 2. 4 Kerangka Berfikir	25
Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian	43
Gambar 3. 2 Use Case Diagram.....	46
Gambar 3. 3 Use Case Diagram.....	47
Gambar 3. 4 Sequence Diagram	48
Gambar 3. 5 Class Diagram	49

Gambar 4. 1 Tampilan Utama Prototipe BabyCry Classifier	54
Gambar 4. 2 Halaman Input Audio	55
Gambar 4. 3 Pemilihan Model Klasifikasi CNN, RNN, dan CNN-LSTM.....	56
Gambar 4. 4 Halaman Hasil Klasifikasi Tangisan Bayi.....	58
Gambar 4. 5 Alur Keterkaitan Antar Lembar Kerja Sistem	59
Gambar 4. 6 Perbandingan Metrik Evaluasi Skenario 1	68
Gambar 4. 7 Confusion Matrix dan F1-Score CNN pada Skenario 1	68
Gambar 4. 8 Confusion Matrix dan F1-Score RNN pada Skenario 1	69
Gambar 4. 9 Confusion Matrix dan F1-Score CNN-LSTM pada Skenario 1	70
Gambar 4. 10 Kurva Validasi Gabungan pada Skenario 1	70
Gambar 4. 11 Perbandingan Metrik Evaluasi Skenario 2	72
Gambar 4. 12 Confusion Matrix dan F1-Score CNN pada Skenario 2	72
Gambar 4. 13 Confusion Matrix dan F1-Score RNN pada Skenario 2	73
Gambar 4. 14 Confusion Matrix dan F1-Score CNN-LSTM pada Skenario 2	74
.....	74
Gambar 4. 15 Kurva Validasi Gabungan pada Skenario 2	74

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fase neonatal merupakan fase kehidupan bayi yang memiliki tingkat sensitivitas tinggi. Pada saat bayi berusia 0-12 bulan belum memiliki kemampuan komunikasi verbal untuk menyampaikan kondisi fisiologis dan emosionalnya (Cruz et al., 2022; Likhar & Patil, 2022). Tangisan menjadi salah satu bentuk komunikasi utama yang digunakan bayi untuk menunjukkan berbagai kondisi, seperti lapar, tidak nyaman, sakit, atau membutuhkan perhatian (Afrida & Aryani, 2022; Tuddur, 2024). Kemampuan dalam memahami arti tangisan bayi menjadi penting karena respons pengasuhan yang tepat dapat memenuhi kebutuhan bayi secara lebih cepat serta mengurangi potensi risiko kesehatan (Viragova & O'Curry, 2021). Proses penafsiran tangisan bayi masih sering bersifat subjektif dan bergantung pada pengalaman masing-masing orang tua.

Menafsirkan tangisan bayi secara akurat menjadi tantangan, terutama bagi orang tua muda di era modern (Ji et al., 2021a). Orang tua dari Generasi Z cenderung memiliki pengalaman langsung dalam pengasuhan bayi yang lebih terbatas dan lebih banyak mengandalkan informasi digital dibandingkan pengalaman praktis secara langsung (Hasrin et al., 2025; Maribeth et al., 2024). Kondisi tersebut dapat menyebabkan kesalahan dalam memahami kebutuhan bayi melalui tangisan (Kumalasari & Meyftanoria, 2022). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa orang tua baru mengalami kesulitan membedakan tangisan lapar dengan tangisan akibat ketidaknyamanan fisik (Kumoro et al., 2024). Salah tafsir pada tangisan bayi dapat menyebabkan keterlambatan dalam memberikan respons yang sesuai, sehingga berpotensi meningkatkan stres fisiologis pada bayi dan kecemasan pada orang tua (Bernardo et al., 2021; Bylsma et al., 2021; Hertveldt et al., 2025).

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih objektif untuk membantu proses identifikasi tangisan bayi (Rezaee et al., 2024). Perkembangan teknologi pengolahan sinyal audio memberikan peluang untuk menganalisis karakteristik tangisan bayi secara lebih terukur (Maiti et al., 2024). Suara tangisan dapat dianalisis menggunakan model *deep learning*. Dengan pendekatan ini, proses klasifikasi tangisan bayi tidak hanya bergantung pada persepsi manusia, tetapi juga dapat didukung oleh analisis komputasional berdasarkan karakteristik akustik suara (Roihan et al., 2025).

Meskipun penerapan *deep learning* dalam klasifikasi tangisan bayi memiliki potensi yang besar, masih terdapat celah penelitian yang perlu diperhatikan. Sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada penggunaan arsitektur tertentu, menggunakan dataset berskala terbatas, atau menunjukkan performa yang belum stabil ketika diuji pada karakteristik data yang berbeda (Zhang et al., 2026). Selain itu, penelitian yang membandingkan beberapa arsitektur deep learning secara berdampingan masih terbatas, sehingga belum terdapat pemahaman yang cukup jelas mengenai pendekatan yang paling efektif dan andal dalam mengklasifikasikan tangisan bayi secara akurat (Muzakir & Kom, 2024). Evaluasi komparatif diperlukan untuk mengetahui model yang memiliki kinerja terbaik berdasarkan metrik evaluasi yang sama.

Berdasarkan permasalahan dan celah penelitian tersebut, penelitian ini mengajukan evaluasi komparatif terhadap tiga arsitektur deep learning, yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN), *Recurrent Neural Network* (RNN), dan kombinasi *Convolutional Neural Network* dengan *Long Short-Term Memory* (CNN-LSTM). CNN digunakan karena mampu mengekstraksi pola visual dari representasi spektrogram, RNN digunakan karena memiliki kemampuan dalam memproses data berurutan, sedangkan CNN-LSTM digunakan untuk menggabungkan kemampuan ekstraksi fitur spasial dan pemrosesan pola temporal (Manalu, 2024; Munthe & Rambe, 2025). Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja ketiga model tersebut

secara berdampingan, menentukan arsitektur yang paling optimal dalam mengklasifikasikan suara tangisan bayi, sehingga dapat menjadi dasar teknis bagi pengembangan sistem bantu pengasuhan bayi di masa mendatang.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang terjadi maka diidentifikasi sebagai berikut:

1. Sebagian besar penelitian hanya menilai satu arsitektur *deep learning* tanpa melakukan perbandingan menyeluruh antarmodel.
2. Belum ada evaluasi yang mengidentifikasi arsitektur paling efektif untuk digunakan pada data audio tangisan bayi dengan rentang.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang dijelaskan maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan menerapkan tiga arsitektur *deep learning* CNN, CNN+LSTM, dan RNN untuk melakukan klasifikasi tangisan bayi?
2. Arsitektur *deep learning* manakah di antara CNN, CNN+LSTM, dan RNN yang menunjukkan kinerja paling optimal dan stabil dalam mengklasifikasikan tangisan bayi?

D. Batasan Masalah

Pada penelitian yang akan dilakukan diperlukan batasan masalah agar penelitian ini dapat terfokus. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Batasan Subjek dan Usia Bayi
 - a. Penelitian hanya menggunakan data tangisan bayi berusia 0–12 bulan.
 - b. Bayi di luar rentang usia tersebut tidak dipertimbangkan karena perbedaan karakteristik suara, perkembangan vocal, dan faktor eksternal.
 - c. Kondisi bayi sehat secara fisik dan biologis.

- d. Penelitian tidak mengelompokkan bayi berdasarkan faktor biologis seperti jenis kelamin, berat lahir, riwayat medis, atau faktor perkembangan lainnya.
2. Batasan Jenis Data dan Kondisi Rekaman
- a. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah Donate-A-Cry Corpus yang difokuskan pada lima kelas tangisan bayi, yaitu hungry, belly_pain, burping, discomfort, dan tired.
 - b. Kualitas audio dapat bervariasi, namun penelitian hanya memproses file yang memenuhi standar minimal (misalnya format WAV/MP3, durasi minimal tertentu).
 - c. Penelitian tidak membedakan atau mengontrol kondisi lingkungan rekaman seperti kebisingan latar, jarak mikrofon, atau jenis perangkat perekam.
 - d. Rekaman yang mengalami kerusakan parah (distorsi, clipping) tidak digunakan.
3. Batasan Kategori Tangisan
- a. Penelitian hanya menggunakan kategori tangisan yang tersedia dalam dataset seperti sakit perut, sendawa, tidak nyaman, lapar, lelah.
 - b. Penelitian tidak menambah kategori tangisan secara manual dan tidak mengklasifikasi kondisi medis spesifik yang tidak tercantum dalam dataset.
 - c. Penelitian tidak menganalisis hubungan antara jenis tangisan dengan kondisi medis tertentu.
4. Batasan Fitur dan Teknik Pemrosesan Audio
- a. Ekstraksi fitur terbatas pada metode yang umum digunakan, seperti Mel-Spectrogram, atau fitur akustik standar lainnya.
 - b. Penelitian tidak merancang algoritma ekstraksi fitur baru.
 - c. Normalisasi dan augmentasi audio dilakukan hanya pada tahap dasar; teknik kompleks seperti *denoising* berbasis model tidak diterapkan.

- d. Penelitian ini menggunakan dua skenario pengujian: skenario 1 tanpa penyeimbangan kelas dan skenario 2 dengan SMOTE. SMOTE digunakan sebagai teknik penyeimbangan data pada skenario eksperimen untuk membandingkan pengaruh distribusi kelas terhadap kinerja model. SMOTE tidak menjadi fokus utama penelitian dan tidak digunakan sebagai dasar klaim bahwa teknik tersebut merupakan metode penyeimbangan data terbaik.
5. Batasan Metode dan Arsitektur *Deep Learning*
 - a. Penelitian hanya membandingkan tiga arsitektur *deep learning*:
 1. CNN
 2. CNN+LSTM
 3. RNN
 - b. Penelitian tidak membahas metode *machine learning* konvensional seperti SVM, KNN, Random Forest, atau Naive Bayes.
 - c. Penelitian tidak mengoptimasi arsitektur secara ekstrem, misalnya *hyperparameter tuning* mendalam, *grid search*, atau *Bayesian optimization*.
 6. Batasan Evaluasi Model
 - a. Evaluasi hanya mencakup metrik: akurasi, precision, recall, dan F1-score.
 - b. Penelitian tidak mengevaluasi performa real-time, *latency inference*, atau kebutuhan komputasi.
 - c. Penelitian tidak membahas *fairness*, bias data, atau validitas klinis.
 7. Batasan Implementasi Sistem (penting)
 - a. Implementasi model terbatas pada lingkungan pengujian (Python/Jupyter Notebook).
 - b. Penelitian ini mencakup antarmuka prototipe sederhana berbasis web sebagai media uji dan demonstrasi model. Namun, pengembangan antarmuka web bukan fokus utama penelitian, sehingga evaluasi utama tetap diarahkan pada performa model klasifikasi.

- c. Penelitian tidak mengevaluasi aspek *usability*, pengalaman pengguna, atau uji coba dengan orang tua.
- 8. Batasan Lingkungan Penelitian
 - a. Penelitian tidak melibatkan pengambilan data baru secara langsung (observasi lapangan).
 - b. Penelitian hanya menggunakan dataset yang tersedia atau dapat diakses secara publik.
 - c. Validitas penelitian dibatasi oleh kualitas dataset yang digunakan.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dijelaskan maka dapat dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mendesain dan membangun tiga model deep learning CNN, CNN+LSTM, dan RNN pada klasifikasi tangisan bayi.
2. Menentukan arsitektur deep learning yang paling optimal dalam mengklasifikasikan tangisan bayi

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang dijelaskan maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis:
 - a. Menyediakan kontribusi ilmiah berupa kajian komparatif antar arsitektur deep learning dalam klasifikasi sinyal audio, khususnya pada domain analisis tangisan bayi.
 - b. Menambah referensi akademik terkait pemrosesan sinyal suara dan penerapan deep learning dalam bidang kesehatan neonatal.
2. Manfaat Praktis:
 - a. Menjadi landasan bagi pengembangan sistem bantu berbasis suara yang dapat membantu orang tua dalam memahami kebutuhan bayi secara lebih objektif.

- b. Memberikan referensi teknis bagi peneliti dan praktisi teknologi informasi dalam merancang model klasifikasi audio untuk aplikasi kesehatan dan pengasuhan bayi

DAFTAR PUSTAKA

- Abayomi-Alli, O. O., Damaševičius, R., Qazi, A., Adedoyin-Olowe, M., & Misra, S. (2022). Data augmentation and deep learning methods in sound classification: A systematic review. *Electronics*, 11(22), 3795.
- Abbaskhah, A., Sedighi, H., & Marvi, H. (2023). Infant cry classification by MFCC feature extraction with MLP and CNN structures. *Biomedical Signal Processing and Control*, 86, 105261. <https://doi.org/10.1016/J.BSPC.2023.105261>
- Afrida, B. R., & Aryani, N. P. (2022). *Buku Ajar Asuhan Kebidanan pada Neonatus, Bayi, Balita, dan Anak Prasekolah*. Penerbit NEM.
- Alam, K., & Mamun, K. A. (2024). From Cries to Answers: A Comprehensive CNN+DNN Hybrid Model for Infant Cry Classification with Enhanced Data Augmentation and Feature Extraction. *2024 International Conference on Advances in Computing, Communication, Electrical, and Smart Systems (ICACCESS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/iCACCESS61735.2024.10499449>
- Altalhan, M., Algarni, A., & Alouane, M. T.-H. (2025). Imbalanced data problem in machine learning: A review. *IEEE Access*, 13, 13686–13699.
- Bernardo, J., Rent, S., Arias-Shah, A., Hoge, M. K., & Shaw, R. J. (2021). Parental stress and mental health symptoms in the NICU: recognition and interventions. *Neoreviews*, 22(8), e496–e505.
- Bylsma, L. M., Gračanin, A., & Vingerhoets, A. J. J. M. (2021). A clinical practice review of crying research. *Psychotherapy*, 58(1), 133.
- Chicho, B. T., & Sallow, A. B. (2021). A comprehensive survey of deep learning models based on Keras framework. *Journal of Soft Computing and Data Mining*, 2(2), 49–62.
- Cruz, S., Lifter, K., Barros, C., Vieira, R., & Sampaio, A. (2022). Neural and psychophysiological correlates of social communication development: Evidence from sensory processing, motor, cognitive, language and emotional behavioral milestones across infancy. *Applied Neuropsychology: Child*, 11(2), 158–177.
- Das, S., Mullick, S. S., & Zelinka, I. (2022). On supervised class-imbalanced learning: An updated perspective and some key challenges. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 3(6), 973–993.
- Fahmi, M. N. (2023). Implementasi machine learning menggunakan Python Library: Scikit-Learn (supervised dan unsupervised learning). *Sains Data Jurnal Studi Matematika Dan Teknologi*, 1(2), 87–96.

- Fitriani, R. D., Yasin, H., & Tarno, T. (2021). Penanganan klasifikasi kelas data tidak seimbang dengan random oversampling pada naive bayes (Studi kasus: Status peserta KB IUD di Kabupaten Kendal). *Jurnal Gaussian*, 10(1), 11–20.
- Gao, X., Xie, D., Zhang, Y., Wang, Z., Chen, C., He, C., Yin, H., & Zhang, W. (2026). A comprehensive survey on imbalanced data learning. *Frontiers of Computer Science*, 20(11), 2011622.
- Ghosh, K., Bellinger, C., Corizzo, R., Branco, P., Krawczyk, B., & Japkowicz, N. (2024). The class imbalance problem in deep learning. *Machine Learning*, 113(7), 4845–4901.
- Hammoud, M., Getahun, M. N., Baldycheva, A., & Somov, A. (2024). Machine learning-based infant crying interpretation. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1337356>
- Hasrin, S. W., Muhammad, Z., Alwiyah, T. N., Kurniawan, L. M. R., Sanda, S., Silsiyana, J., Ridwan, S. N., Fatwa, F., & Salsabila, K. A. (2025). Menafsir Baby Grave di Kalimbuang Bori'Toraja: Memahami Ruang, Budaya dan Perubahan di Era Modernitas. *DISCOURSE: Indonesian Journal of Social Studies and Education*, 2(2), 143–156.
- Hertveldt, F., Van Hal, G., Wouters, E., Ponnet, K., Singh, B., Van den Steene, H., Dhar, M., Van den Bergh, B. R. H., Weyns, H., & De Bruyn, S. (2025). “Can someone tell me what’s going on with my child?”: A qualitative study on parental health-seeking behavior for infant regulatory problems. *Archives of Public Health*, 83(1), 196.
- Ji, C., Mudiyansele, T. B., Gao, Y., & Pan, Y. (2021a). A review of infant cry analysis and classification. *EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing*, 2021(1), 8.
- Ji, C., Mudiyansele, T. B., Gao, Y., & Pan, Y. (2021b). A review of infant cry analysis and classification. In *Eurasip Journal on Audio, Speech, and Music Processing* (Vol. 2021, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s13636-021-00197-5>
- K, A., M, D. R. V. P., Srinivasan, K., & Chang, C.-Y. (2020). Deep Convolutional Neural Network based Feature Extraction with optimized Machine Learning Classifier in Infant Cry Classification. *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, 27–32. <https://doi.org/10.1109/DASA51403.2020.9317240>
- Kumalasari, F., & Meyftanoria, R. (2022). *ADA APA DIBALIK EMOSI BALITA: Tepat Memahami Buah Hati untuk Pengasuhan Lebih Baik*. Penerbit Andi.

- Kumoro, C. L., Sholikah, R. W., & Ginardi, R. V. H. (2024). Development of a web-based application for the classification of baby cries with a deep learning approach. *2024 2nd International Symposium on Information Technology and Digital Innovation (ISITDI)*, 214–221.
- Laguna, A., Pusil, S., Bazan, A., Zegarra-Valdivia, J. A., Paltrinieri, A. L., Piras, P., i Perera, C. P., Végliá, A. P., Garcia-Algar, O., & Orlandi, S. (2023). Multi-modal analysis of infant cry types characterization: acoustics, body language and brain signals. *Computers in Biology and Medicine*, 167, 107626.
- Likhar, A., & Patil, M. S. (2022). Importance of maternal nutrition in the first 1,000 days of life and its effects on child development: a narrative review. *Cureus*, 14(10).
- Maiti, A., Dutta, C., Banerjee, J. S., & Sarigiannidis, P. (2024). AI for infant well-being: advanced techniques in cry interpretation and monitoring. *J. Mech. Contin. Math. Sci*, 19(2).
- Manalu, S. D. (2024). *AI: revolusi pembelajaran menerobos batasan melalui pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pendidikan*. CV Brimedia Global.
- Maribeth, A. L., Hamda, R., Widia Sari, M. H., Ghaniyyatul Khudri, R. V. N., & Salsabila, R. (2024). Differences In Parenting Patterns Between Generations X, Y, Z And Alfa. *Journal of Public Health Science*, 1(4), 220–234.
- Mienye, I. D., Swart, T. G., & Obaido, G. (2024). Recurrent neural networks: A comprehensive review of architectures, variants, and applications. *Information*, 15(9), 517.
- Munthe, I. R., & Rambe, B. H. (2025). BUKU MONOGRAFT INOVASI PEMODELAN PREDIKSI SAHAM DENGAN CNN-BIGRU DAN ATTENTION UNTUK KETEPATAN KEPUTUSAN BERINVESTASI. *Buku*, 243.
- Muzakir, A., & Kom, S. (2024). *Penerapan Konsep Machine Learning & Deep Learning*. Asosiasi Dosen Sistem Informasi Indonesia.
- Nugraha, M. M., Saputra, M. D. F., Fauzan, D. A., & Puspaningrum, E. Y. (2025). Augmentasi Data Pengenalan Citra Batik Yogyakarta Menggunakan Pendekatan Random Crop, Rotate, Dan Mixup. *Prosiding Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA)*, 5(1), 152–158.
- Ozseven, T. (2023). Infant cry classification by using different deep neural network models and hand-crafted features. *Biomedical Signal Processing and Control*, 83, 104648. <https://doi.org/10.1016/J.BSPC.2023.104648>
- Prayogi, A. S., Rizqi, M., & Fahrudin, T. M. (2019). Klasifikasi Suara Tangisan Bayi Berdasarkan Prosodic Features Menggunakan Metode Moments of Distribution dan K-Nearest Neighbours. *Teknika*, 8(2), 119–125.

- Rezaee, K., Zadeh, H. G., Qi, L., Rabiee, H., & Khosravi, M. R. (2024). Can you understand why i am crying? a decision-making system for classifying infants' cry languages based on deepsvm model. *ACM Transactions on Asian and Low-Resource Language Information Processing*, 23(1), 1–17.
- Roihan, A., Zein, R., Aprianti, M. R., Izzah, F. N., & Luthfunnisa, A. (2025). Analisis Teknologi Speech Emotion Recognition (SER): Pendekatan Fitur Akustik, Klasifikasi, Keamanan Dan Implementasi Pada Sistem Portabel. *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi (SINTEK)*, 5(2), 144–149.
- Sarang, P. (2021). Artificial neural networks with TensorFlow 2. Apress: Berkeley, CA, USA.
- Trihandaru, S. (2024). *CLUSTERING UNTUK DATA SUARA Studi Kasus Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) dan Long Short Term Memory (LSTM) dengan Internet of Things (IoT) untuk Klasifikasi Suara*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Tuddur, S. (2024). PERKEMBANGAN MASA BAYI. *JURNAL ILMIAH PENDIDIKAN KEBUDAYAAN DAN AGAMA*, 2(1), 54–64.
- Ullah, K., Ahsan, M., Hasanat, S. M., Haris, M., Yousaf, H., Raza, S. F., Tandon, R., Abid, S., & Ullah, Z. (2024). Short-term load forecasting: A comprehensive review and simulation study with CNN-LSTM hybrids approach. *Ieee Access*, 12, 111858–111881.
- Viragova, M., & O'Curry, S. (2021). Understanding persistent crying in infancy. *Paediatrics and Child Health*, 31(3), 116–121.
- Wang, Q., Du, J., Wu, H.-X., Pan, J., Ma, F., & Lee, C.-H. (2023). A four-stage data augmentation approach to resnet-conformer based acoustic modeling for sound event localization and detection. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 31, 1251–1264.
- Yohannes, Y., & Wijaya, R. (2021). Klasifikasi makna tangisan bayi menggunakan cnn berdasarkan kombinasi fitur MFCC dan DWT. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(2), 599–610.
- Yusdiantoro, S. Y., & Sasongko, T. B. (2023). Implementasi Algoritma MFCC dan CNN dalam Klasifikasi Makna Tangisan Bayi. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 12(4).
- Zaman, K., Sah, M., Direkoglu, C., & Unoki, M. (2023). A survey of audio classification using deep learning. *IEEE Access*, 11, 106620–106649.
- Zhang, M., Lu, J., Cheng, L., Yang, X., Zhou, J., & Wan, M. (2026). Enhancing infant cry recognition using lightweight CNN with hybrid feature augmentation. *Biomedical Signal Processing and Control*, 121, 110367.