



MERDEKA
BELAJAR Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA



Science Education National Conference 2023 (SENCO 2023)

Prosiding full paper



**"Pembelajaran IPA dalam Kurikulum
Merdeka untuk Mendukung SDGs"**

Bangkalan, 18 November 2023



**SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

PROSIDING

SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023

(SESCO 2023)



PEMBELAJARAN IPA DALAM KURIKULUM MERDEKA UNTUK MENDUKUNG SDGs

Bangkalan, 18 November 2023

Steering Committee/Pengarah:
Rektor Universitas Trunojoyo Madura
Dr. Safi', S.H, M.H.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**



**SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

PROSIDING

SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023

“PEMBELAJARAN IPA DALAM KURIKULUM MERDEKA UNTUK Mendukung SDGs”

Bangkalan, 18 November 2023

Reviewer:

Dr. Badrud Tamam, S.Si., M.Pd.

Rahmad Fajar Sidik, S.Si., M.Si.

Dr. Binar Kurnia Prahani, S.Pd., M.Pd.

Kiki Septaria, S.Pd., M.Pd.

Diselenggarakan Oleh:

Program Studi Pendidikan IPA

Fakultas Ilmu Pendidikan

Universitas Trunojoyo Madura



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PEMBELAJARAN IPA DALAM KURIKULUM MERDEKA UNTUK MENDUKUNG SDGs

Reviewer:

Dr. Badrud Taman, S.Si., M.Pd. (Universitas Trunojoyo Madura)
Rahmad Fajar Sidik, S.Si., M.Si. (Universitas Trunojoyo Madura)
Dr. Binar Kurnia Prahani, S.Pd., M.Pd. (Universitas Negeri Surabaya)
Kiki Septaria, S.Pd., M.Pd. (Universitas Islam Lamongan)

Editor:

Alfian Qomaruddin, S.Kom.
Ikwan Wahyudi, S.Pd.

Steering Committee : Dr. Safi', S.H, M.H.
(Rektor Universitas Trunojoyo Madura)

Organizing Committee

Penanggung Jawab : Eva Ari Wahyuni, S.Pd., M.Si., Ph.D.

Ketua : Dr. Yamin, S.Pd.I., M.Pd.

Sekretaris : Nur Qomaria, S.Pd., M.Pd.,
Maria Chandra Sutarja, S.Pd., M.Pd.

Bendahara : Wiwin Puspita Hadi, S.Si., M.Pd.,
Aida Fikriyah, S.Pd., M.Pd.

Sie Acara : Nur Qomaria, S.Pd., M.Pd.
Aida Fikriyah, S.Pd., M.Pd.

Sie Konsumsi : Mochammad Ahied, S.Si., M.Si.,
Rahmad Fajar Sidik, S.Si., M. Si.
Try Hartiningsih, S.Pd., M.Pd.
Ana Yuniasti Retno Wulandari, S.Pd., M.Pd.

Sie Pubdekdok : Mochammad Yasir, S. Pd., M.Pd.
Mahasiswa

Sie Marketing : Mochammad Yasir, S. Pd., M.Pd.
Mahasiswa

Sie Humas : Aida Fikriyah, S.Pd., M.Pd.

Narahubung : Dr. Aditya Rakhmawan, S. Si., M.Pd.
Eva Ari Wahyuni, S.Pd., M.Si., Ph.D.,
Dwi Bagus Rendy Astid Putera, S.Pd., M.Pd.
Dr. Yamin, S.Pd.I., M.Pd.

Paper dan layout : Maria Chandra Sutarja, S.Pd., M.Pd.
Anggota : Try Hartiningsih, S.Pd., M.Pd.
Dr. Aditya Rakhmawan, S. Si., M.Pd.
Dwi Bagus Rendy Astid Putera, S.Pd., M.Pd.
Dr. Yamin, S.Pd.I., M.Pd.
Dr. Badrud Tamam, S.Si., M.Pd.
Mahasiswa

Penerbit

UTM Press

Universitas Trunojoyo Madura



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jalan Raya Telang PO BOX 2 Kamal, Bangkalan, Madura

ISBN: 978-602-50718-3-6

Jumlah xii+ 478 Hlm. Ukuran: 20, 5 x 28,5 cm

Februari 2024

Copyright @2023

HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG

Dilarang keras menjiplak, mengutip, atau memfotokopi sebagian atau seluruh isi buku prosiding *Science Education National Conference 2023* tanpa ijin dari Penerbit.



**SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Prosiding *Science Education National Conference* (SENCO) 2023 dapat terselesaikan dan diterbitkan. Prosiding ini memuat artikel yang dipresentasikan oleh pemakalah baik dosen, guru, maupun mahasiswa dalam kegiatan *Science Education National Conference* (SENCO) 2023 yang bertema “*Pembelajaran IPA dalam Kurikulum Merdeka untuk Mendukung SDGs*”. Kegiatan *Science Education National Conference* (SENCO) 2023 diselenggarakan oleh Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Trunojoyo Madura.

Prosiding SENCO 2023 ini mencakup artikel di bidang pendidikan, Trend pendidikan IPA, Model pembelajaran IPA, Media pembelajaran IPA, Pendidikan STEAM, Asesmen IPA, HOTS, Literasi sains, IPA terapan, Project based learning, Case based learning, Kurikulum merdeka, Profil pelajar pancasila. Buku Kumpulan Prosiding ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi pada kegiatan *Science Education National Conference* (SENCO) 2023 dan penyusunan Prosiding ini. Kritik dan saran senantiasa kami harapkan untuk perbaikan dalam Prosiding *Science Education National Conference* (SENCO) selanjutnya. Mohon maaf yang setulus-tulusnya jika terdapat banyak salah, kurang, dan luputnya dalam penyusunan ini. Semoga Prosiding *Science Education National Conference* (SENCO) 2023 ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bangkalan, 18 November 2023

Tim Penyusun



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Kepada Yth

Rektor Universitas Trunojoyo Madura, Dr. Drs. Ec. H. Muh. Syarif, M.Si

Dekan Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Trunojoyo Madura, Dr. Hani'ah, S.Pd., M.Pd.

Narasumber SENCO 2023

Prof. Dr. Ni Made Pujani, M.Si (Universitas Pendidikan Ganesha), dan

Habiddin, S.Pd., M.Pd., Ph.D. (Universitas Negeri Malang)

Serta seluruh peserta dan pemakalah SENCO 2023

Assalamu 'alaikum warohmatullahi wabarokatuh

Puji syukur marilah kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas terselenggaranya Science Education National Conference (SENCO) tahun 2023. SENCO 2023 merupakan kegiatan seminar nasional kelima yang diselenggarakan oleh Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Trunojoyo Madura.

Kurikulum Merdeka merupakan upaya untuk meningkatkan relevansi pendidikan dengan kebutuhan masyarakat dan peserta didik. Peningkatan kualitas pendidikan juga sejalan dengan Sustainable Development Goals (SDGs), yang mencakup berbagai target untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Pembelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) dalam Kurikulum Merdeka dapat mendukung pencapaian SDGs melalui beberapa strategi, salah satunya adalah pengintegrasian Konsep-Konsep SDGs yang dimasukkan ke dalam materi IPA, seperti pembelajaran tentang lingkungan, keberlanjutan, dan tanggung jawab sosial. Menyelaraskan tujuan pembelajaran IPA dengan target SDGs untuk memberikan pemahaman yang lebih baik kepada siswa tentang peran ilmu pengetahuan dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Hal ini menjadi latar belakang diselenggarakannya seminar nasional pendidikan IPA (SENCO) keenam tahun 2023 ini. Mudah-mudahan segala permasalahan tentang kemajuan zaman yang menjadi harapan sekaligus tantangan dapat menjadi peluang bagi bangsa ini untuk pulih lebih cepat dan bangkit lebih kuat.

Kami selaku panitia mengucapkan terima kasih banyak kepada Prof. Dr. Ni Made Pujani, M.Si (Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia), dan Habiddin, S.Pd., M.Pd., Ph.D. (Universitas Negeri Malang, Indonesia) yang telah bersedia untuk menjadi pembicara dan berbagi ilmu dalam



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

SENCO 2023 ini. Terima kasih pula kami sampaikan kepada segenap pimpinan di lingkungan Universitas Trunojoyo Madura beserta jajarannya yang telah mendukung terselenggaranya SENCO 2023. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh peserta dan pemakalah yang telah berpartisipasi serta semua pihak yang telah membantu terselenggaranya SENCO 2023.

SENCO kali ini diikuti oleh 80 pemakalah dan 226 peserta non pemakalah yang datang dari kalangan dosen, guru, dan mahasiswa serta berasal dari berbagai institusi yang ada di Indonesia. Saya mewakili seluruh panitia mengucapkan banyak terima kasih atas antusias baik peserta dan pemakalah untuk bisa mengikut seminar nasional SENCO 2023 ini. Semoga kegiatan ini memberikan manfaat bagi kita semua. Saya pun berterima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh panitia yang bekerja keras hingga seminar tingkat nasional ini dapat terselenggara. Terakhir, saya mewakili seluruh panitia memohon maaf jika ada hal-hal yang kurang berkenan selama kegiatan berlangsung. Terima kasih atas perhatian Bapak/ Ibu.

Wassalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh

Bangkalan, 18 November 2023

Ketua Panitia SENCO 2023



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

PROFIL PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA

No.	Nama	Program Studi Pendidikan IPA (S1)
1.	Izin	Berdasarkan Surat Keputusan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Perguruan Tinggi No. 361/E/O/2012 pada tanggal 18 Oktober 2012
2.	Akreditasi	B, Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1489/SK/BAN-PT/Ak-SURV/S/V/2017
3.	Gelar	Sarjana Pendidikan (S.Pd.)
4.	Alamat	Kampus Universitas Trunojoyo Madura Jl Raya Telang PO BOX 2 Kamal, Bangkalan Jawa Timur Gedung RKB D Lt 2 Ruang 204
5.	Website	http://pendidikanipa.trunojoyo.ac.id/
6.	Deskripsi	Program Studi Pendidikan IPA bernaung dibawah Fakultas Ilmu Pendidikan yang bertujuan untuk mencetak pendidik IPA yang profesional, kreatif dan inovatif dalam mengembangkan dan memanfaatkan potensi lokal pada khususnya potensi Madura. Lulusan Program Studi Pendidikan IPA bergelar sarjana pendidikan yang memiliki keterampilan profesional sebagai tenaga pendidik IPA dan dibekali dengan keterampilan sebagai peneliti untuk meningkatkan mutu pendidikan di sekolah menengah serta mampu menjadi praktisi dan konsultan pendidikan yang memiliki jiwa sainspreneur.
7.	Visi	Pada tahun 2030 Program Studi Pendidikan IPA UTM mampu mewujudkan lulusan yang cerdas, berdaya saing, berakhlakul karimah, dan unggul dalam bidang ilmu pendidikan IPA serta riset berdasarkan potensi Madura.
8.	Misi	a) Menyelenggarakan layanan pendidikan yang berkualitas, relevan, dan kompeten untuk menghasilkan lulusan yang beriman dan bertakwa dengan penguasaan IPTEK, khususnya di bidang pendidikan IPA berlandaskan nilai-nilai luhur budaya nasional. b) Menyelenggarakan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat di bidang pendidikan IPA berdasarkan potensi Madura secara berkesinambungan sehingga mampu bersaing di tingkat nasional atau internasional guna mendukung proses pembelajaran dan publikasi ilmiah. c) Meningkatkan jejaring kerja sama dengan instansi pemerintah, swasta, industri, pondok pesantren, alumni, dan lembaga pendidikan di dalam dan luar negeri yang dapat menunjang pengembangan pembelajaran, penelitian, pengabdian kepada masyarakat berlandaskan potensi Madura. d) Menyelenggarakan tata kelola Program Studi Pendidikan IPA dengan menggunakan prinsip kredibel, transparan, akuntabel,



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

		tanggung jawab, dan adil.
9.	Tujuan	<p>a) Menghasilkan layanan pendidikan yang berkualitas, relevan, dan kompeten sehingga menghasilkan lulusan yang beriman dan bertakwa dengan penguasaan IPTEK, khususnya di bidang pendidikan IPA berlandaskan nilai-nilai luhur budaya nasional.</p> <p>b) Menghasilkan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat di bidang pendidikan IPA berdasarkan potensi Madura secara berkesinambungan sehingga mampu bersaing di tingkat nasional atau internasional guna mendukung proses pembelajaran dan publikasi ilmiah.</p> <p>c) Menghasilkan jejaring kerja sama dengan instansi pemerintah, swasta, industri, pondok pesantren, alumni, dan lembaga pendidikan di dalam dan luar negeri yang dapat menunjang pengembangan pembelajaran, penelitian, pengabdian kepada masyarakat berlandaskan potensi Madura.</p> <p>d) Menghasilkan tata kelola Program Studi Pendidikan IPA dengan menggunakan prinsip kredibel, transparan, akuntabel, tanggung jawab, dan adil.</p>



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

SUSUNAN KEGIATAN SEMINAR NASIONAL SENCO 2023
6th Science Education National Conference Universitas Trunojoyo Madura
“Pembelajaran IPA dalam Kurikulum Merdeka untuk Mendukung SDGs”

Bangkalan, 18 November 2023

Waktu	Agenda	Pelaksana
07.30 - 07.50 WIB	Registrasi Peserta dan pemakalah memasuki ruang utama <i>Zoom</i>	Operator
07.50 - 08.20 WIB	Pembukaan	MC
	Lagu Indonesia Raya	Operator
	Laporan Ketua Pelaksana Seminar	
	Sambutan Dekan FIP sekaligus membuka acara	
	Do'a	
	Foto bersama	MC
08.20 - 09.20 WIB	Materi I Pemaparan materi oleh Prof. Dr. Ni Made Pujani, M.Si. Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha	Moderator: Dwi Bagus Rendy Astid Putera, S.Pd., M.Pd.
09.20 - 10.20 WIB	Materi II Pemaparan materi oleh Habiddin, S.Pd., M.Pd., Ph.D. Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang	
10.20 - 11.20 WIB	Diskusi dan Tanya Jawab Peserta dapat menggunakan fitur <i>Raise Hand</i> atau fitur <i>Chat</i>	
11.20 - 11.30 WIB	Kesimpulan <i>Closing statement</i> dari pemateri Penyampaian kesimpulan oleh moderator	
11.30 - 11.40 WIB	Pengumuman	MC
11.40 - 12.20 WIB	ISHOMA	
12.20 - 12.30 WIB	Registrasi Pemakalah melakukan registrasi dan memasuki ruang presentasi melalui <i>Breakout Room</i>	Operator
12.30 - 15.00 WIB	Sesi Paralel	Moderator Dosen dan mahasiswa pada setiap <i>room</i>
15.00 - 15.10 WIB	Pengumuman	



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
SAMBUTAN KETUA PANITIA.....	vii
PROFIL PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA	ix
SUSUNAN KEGIATAN SEMINAR NASIONAL SENCO 2022.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
KEVALIDAN MULTIMEDIA BUKU DIGITAL BERBASIS STEM PADA MATERI SISTEM ORGANISASI KEHIDUPAN MAKHLUK HIDUP Ahmad Sainuril Safi'i , Haning Hasbiyati, Siti Roudlotul Hikamah	1-11
IMPLEMENTASI KURIKULUM MERDEKA DENGAN METODE PROJECT BASED LEARNING (PJBL) DALAM PEMBELAJARAN IPA DI SMP NEGERI 4 JEMBER Amanda Putri Elysia, Cici Lia Ayu Fatmawati, Hanif Krisna Adhiansyah, dan Sri Wahyuni	12-19
PENGEMBANGAN MEDIA EXPLANATION AUGMENTED REALITY (EAR) UNTUK PERISTIWA KONSLETING LISTRIK Dimas Ardiansyah, Dr. Sigit Dwi Saputro, S.Pd., M.Pd.....	20-30
LKPD BERBASIS STEM UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN SAINS DALAM PEMBELAJARAN LISTRIK DINAMIS DI SMA NEGERI 1 PURBALINGGA Muhammad Syaifudin.....	31-37
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BOOKLET MATERI ANIMALIA SISWA KELAS X MA AL-ISLAMIAH 1 BLUMBUNGAN Lukluk Ibana, Siti Norromlatur Rosyidah dan Akhmad Fathir.....	38-43
INOVASI KURIKULUM MERDEKA: MEWUJUDKAN PEMBELAJARAN IPA YANG RELEVAN DAN MENARIK DI MTSN 1 JEMBER Cindy Dewi Anggraeni, Fira Aulia Annur Rizky, Ainaya Nafiza Nazali, dan Sri Wahyuni.....	44-50
ANALISIS PENGARUH KOLABORASI EMOSIONAL SISWA TERHADAP PENDEKATAN PEMBELAJARAN GUNA MENINGKATKAN PENDIDIKAN KESEHATAN MENTAL Anjar Dwi Setyorini, Dina Emiliana dan Indri Wulandari	51-60
STUDI LITERATUR UPAYA MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI SISWA SMP PADA MATA PELAJARAN IPA. Shelly Maulise	61-67
IDENTIFIKASI PREVALENSI MIOPIA DI UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA SETELAH PENERAPAN E- LEARNING Endah Nuryanti, Eva Dwi Jayati, Maria Chandra Sutarja	68-72



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2023
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KINERJA EKSPERIMEN FISIKA PADA MATERI PENGUKURAN

Khofifah, S.Ida Kholida MS, & Arin Wildani73-81

PEMBELAJARAN FISIKA MENYENANGKAN (PHYSICS IS FUN) UNTUK MENINGKATKAN MINAT SISWA INDONESIA DI BANGKOK TERHADAP FISIKA: PROGRAM PENGABDIAN PADA MASYARAKAT

Mimin Iryanti, Winny Liliawati, Ika Mustika Sari, Lina Avianty dan Hera Novia 82-86

PREDIKSI POPULASI JUMLAH SAPI MADURA MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK

Aisyiyah Maulana Wibawati, Bain Khusnul Khotimah, Fitri Agustina, Nurvita, Aisyah Meta Sari Putri 87-105

PENERAPAN KURIKULUM MERDEKA DALAM MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA PELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISWA SMPN 7 JEMBER

Citra Nadya Anabila, Bela Zain Taqiyya, Farikha Ayulia Nada dan Sri Wahyuni 106-112

ANALISIS IMPLEMENTASI PROGRAM KURIKULUM MERDEKA P5 PADA SISWA KELAS 7 SMP NEGERI 1 JEMBER

Achmad Faisal Masruri, Alvina Hermawaty, Bagas Permana Putra, Vinna Ariyani dan Sri Wahyuni 113-120

OPTIMASI ALGORITMA K-MEANS MENGGUNAKAN DYNAMIC K-MEANS CLUSTERING UNTUK MELAKUKAN CLUSTERING DESA BERDASARKAN HASIL PRODUKSI PERTANIAN DI SUMENEP

Aisyah Meta Sari Putri, Bain Khusnul Khotimah, Fitri Agustina, Oktavia Rahayu Puspitarini , Aisyiyah Maulana Wibawati 121-139

PENGARUH LABORATORIUM VIRTUAL TERHADAP HASIL BELAJAR BIOLOGI (KAJIAN LITERATUR)

Bungawati 140-145

PENINGKATAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK MELALUI MODEL PROJECT BASED LEARNING PADA MATERI SISTEM EKSRESI

Anisa Oktina Sari Pratama, Mufiah Aulia dan Akbar Handoko 146-157

PENGARUH MODEL DISCOVERY LEARNING BERBANTUAN MOBILE POCKET BOOK TERHADAP PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISWA PADAMATERI FLUIDA DINAMIS DI SMAS HIDAYATUN NAJAH SAMIRAN

Faiz Safitri, S. Ida Kholida 158-164

ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN MAJALAH SAINS DIGITAL KERIS SUMENEP

Annuria Aulia Rahma, Mochammad Yasir dan Try Hartiningsih 165-174

ANALISIS KEKERINGAN DI DAERAH DESA BREGHENG KECAMATAN KLAMPIS KABUPATEN BANGKALAN MADURA SEBAGAI SALAH SATU MITIGASI BENCANA ALAM

Sofiatun, Rina Mareta Anggraini, Mubsyiratul Walidah, Widia, Ahmad Habib Al Muhibbin ... 175-182

MITIGASI BENCANA BANJIR DI DESA AROSBAYA DAN SEKITARNYA

Ega Indah Sevtelia, Aisyah Noer Aulya ,Chofifah Septia Nur Hayati dan

PREDIKSI POPULASI JUMLAH SAPI MADURA MENGGUNAKAN METODE BACK PROPAGATION NEURAL NETWORK

Aisyiah Maulana Wibawati¹, Bain Khusnul Khotimah², Fitri Agustina³, Nurvita⁴, Aisyah Meta Sari Putri⁵

¹ Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, 69162, Indonesia
200411100122@student.trunojoyo.ac.id

² Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, 69162, Indonesia
bain@trunojoyo.ac.id

³ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, 69162, Indonesia

⁴ Jurusan Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, 69162, Indonesia

⁵ Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, 69162, Indonesia

Diterbitkan tanggal: 29 Februari 2024

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan prediksi populasi jumlah sapi di Madura menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN). Data historis mengenai populasi sapi di Madura digunakan sebagai dasar untuk melatih jaringan saraf. Data ini diperoleh dari beberapa tahun sebelumnya dan telah dinormalisasi untuk analisis. Hasil dari prediksi populasi sapi di Madura Hasil perhitungan terendah terdapat pada perhitungan sapi sonok, yaitu senilai 0.002202. dengan nilai parameter *learning rate* = 0.1, *hidden layer* = 4 dengan jumlah *epoch* = 1000 Ini berarti bahwa hasil prediksi yang diperoleh (0.002202) hampir identik atau sangat mendekati nilai yang sesungguhnya diamati atau diukur di lapangan. Metode *Backpropagation Neural Network* ini memiliki potensi dalam membantu pengambilan keputusan terkait pemeliharaan dan manajemen populasi sapi di Madura.

Kata Kunci: Backpropagation, Prediksi, Sapi Madura, Peternakan, Neural Network

Abstract

This research aims to predict the population of cattle in Madura using the Backpropagation Neural Network (BPNN) method. Historical data regarding the cattle population in Madura is used as the basis to train the neural network. This data was obtained from several years ago and has been normalized for analysis. The lowest calculation result is found in the calculation for "Sonok" cattle, which is valued at 0.002202. With parameter values of learning rate = 0.1, hidden layers = 4, and an epoch count of 1000. This means that the obtained prediction result (0.002202) closely matches or is very close to the actual values observed or measured in the field. Making decisions on the upkeep and control of Madura's cattle population may be aided by the Backpropagation Neural Network technique.

Keywords: Backpropagation, Prediction, Madura Cattle, Livestock, Neural Network

Pendahuluan

Industri peternakan adalah salah satu komponen penting dalam ekonomi Indonesia, yang juga berperan dalam mendukung ketersediaan sumber daya protein hewani bagi populasi. Di antara berbagai jenis sapi yang dibudidayakan di Indonesia, sapi Madura memiliki peran yang signifikan. Populasi sapi Madura memiliki dampak besar pada kesejahteraan ekonomi dan gizi masyarakat di wilayah Madura dan sekitarnya. Namun, perkembangan populasi sapi Madura sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor kompleks seperti kondisi iklim, ketersediaan pakan, perubahan teknologi pertanian, dan manajemen peternakan. Oleh karena itu, memprediksi pertumbuhan populasi sapi Madura menjadi tugas yang menantang, dan memerlukan pendekatan yang canggih dan akurat.

Sapi Madura merupakan sapi yang terbentuk dari hasil persilangan antara sapi jantan dan bos indicus (sapi zebu), yang merupakan sapi potong hibrida asli Indonesia. Jenis sapi ini memiliki toleransi genetik terhadap cuaca panas, kondisi yang keras, dan ketahanan terhadap penyakit. Ciri-ciri sapi Madura menunjukkan konsistensi yang cukup jelas, termasuk ukuran tubuh yang mungil,

kaki yang pendek namun kuat, serta warna bulu yang umumnya merah bata dengan sedikit nuansa kekuningan. Secara khusus, perut serta paha dari sapi Madura ini cenderung memiliki putih dengan transisi yang kurang terlihat (Hervianto, Kuswati, & Ciptadi, 2020). Khususnya di Pulau Madura, sapi Madura memiliki kontribusi sebagai penyumbang dalam sektor sapi potong mengalami kemajuan yang baik di Jawa Timur. Sebanyak 24% kebutuhan sapi potong asal Jawa Timur dipenuhi dari kontribusi sapi Madura. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Timur, sapi dengan populasinya pada empat kabupaten yang ada di Pulau Madura terus mengalami peningkatan di tiap tahunnya. Sapi Madura yang dikenal juga dengan sebutan sapi Pajikaran dimanfaatkan sebagai moda transportasi masyarakat di pedalaman Madura selain sebagai sapi potong. Dalam adat istiadat masyarakat Madura, sapi Madura jantan dimanfaatkan sebagai sapi karapan (STEKOM, 2022).

Berdasarkan data hingga September 2019, sapi Madura memiliki populasi yang telah mencapai 1.004.226 ekor, menyumbang diantaranya 5,8 persen dari total populasi pada sapi di seluruh Indonesia. Pemerintah Provinsi Jawa Timur memiliki proyeksi untuk menjadikan Madura sebagai pusat produksi sapi dengan beberapa pertimbangan penting. Salah satu pertimbangan tersebut adalah karena daging sapi Madura dikenal memiliki kualitas premium yang tinggi. Selain itu, minat dan kegemaran pada masyarakat Madura yang berjumlah kurang lebih 3,9 juta jiwa dan tersebar pada empat kabupaten, yaitu Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, dan Kabupaten Sumenep, juga menjadi faktor krusial yang mempengaruhi keputusan pemerintah untuk menjadikan Madura sebagai pusat budidaya sapi di wilayah Jawa Timur. Hasil penelitian yang baru-baru ini dilakukan oleh Peni Wahyu Prihandini, seorang akademisi dari Universitas Gadjah Mada (UGM), menunjukkan bahwa sapi Madura memiliki peran yang sangat penting dalam peternakan rakyat dan kehidupan masyarakat lokal. Sapi Madura tidak hanya berperan sebagai aset ekonomi, melainkan juga memiliki nilai kultural dan historis yang signifikan. Selain itu, di wilayah tersebut, sapi ini juga berfungsi sebagai bentuk tabungan keluarga (Aziz, 2019).

Banyak upaya pengembangan sapi Madura dilakukan di Pulau Madura, dengan beberapa jenis sapi dengan kemurnian sapi sangat diutamakan diantaranya jenis sapi ternak, sapi sonok sapi kerapan dan sapi campuran. Oleh karena itu, di wilayah Madura, perkawinan silang bagi sapi Madura dilarang. Terdapat banyak pusat pengembangan sapi yang memiliki wilayah dengan sapi Madura unggul dalam kinerjanya. Pusat-pusat ini berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan sapi Madura, menjaga kelestariannya, serta mempertahankan kemurnian ras sapi ini. Dan dalam perkembangannya, diperlukan upaya untuk mengetahui jumlah populasi dari sapi madura dapat dilakukan sebuah peramalan atau prediksi. Perlu adanya prediksi sebagai elemen krusial dalam proses pengambilan keputusan guna mencapai ketepatan data yang akurat. Prediksi adalah suatu tindakan yang bertujuan meramal peristiwa di masa depan dengan memanfaatkan dan mempertimbangkan informasi dari masa sebelumnya (Winda, Jaka, & Rhomadhona, 2020).

Banyak penelitian kini berfokus pada penggunaan teknologi untuk memudahkan pekerjaan manusia. Penggunaan jaringan syaraf tiruan (JST) adalah salah satu contohnya. Desain jaringan syaraf manusia berfungsi sebagai model untuk bidang kecerdasan buatan jaringan syaraf tiruan, atau ANN. JST banyak menggunakan berbagai macam metode, salah satunya adalah metode Backpropagation Neural Network (BPNN). Penelitian Jaka, Herfia, dan Winda (2013) menunjukkan bahwa backpropagation bekerja dengan baik dalam lingkungan peramalan. Dalam penelitian tersebut, metode K-Nearest Neighbor dibandingkan dengan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation (BPNN) terkait risiko diabetes. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan BPNN sangat efektif dalam peramalan risiko diabetes dengan tingkat akurasi mencapai 90% Di sisi lain, metode KNN hanya memberikan prediksi resiko diabetes dengan tingkat akurasi sebesar 83.75%.

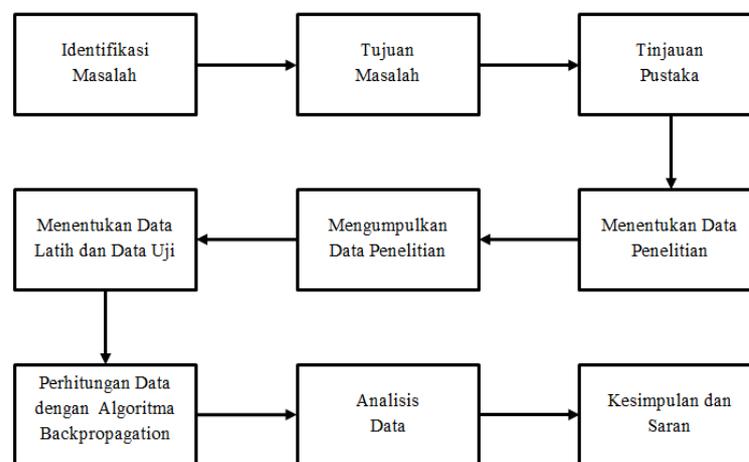
Hasil yang belum konvergen pada proses pelatihan backpropagation sering ditemukan, hal ini menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh masih jauh dari nilai tujuan yang diharapkan. Penentuan parameter ideal, seperti learning rate, jumlah hidden layer, jumlah neuron pada hidden layer, dan jumlah epoch yang sesuai, diperlukan untuk mencapai konvergensi atau nilai yang sesuai dengan

tujuan (Gandhi, Budi, & Bachtiar, 2018). Kecepatan proses pada learning, jumlah epoch yang diperlukan, dan pencapaian nilai konvergensi target semuanya dipengaruhi secara signifikan oleh pemilihan kecepatan learning. Meskipun tingkat learning rate yang tinggi akan mempercepat proses learning, hal ini juga dapat menghasilkan nilai yang tidak stabil yang menyebabkan perubahan yang tidak terkendali atau penurunan akurasi yang signifikan pada awal suatu zaman. Selain itu, prosedur pelatihan sering kali dibuat lebih sederhana dengan menambahkan lebih banyak lapisan (layers). Namun terkadang, kompleksitas meningkat seiring dengan ukuran arsitektur jaringan. Node (neuron) di dalam setiap lapisan tersembunyi (hidden layer) saling berhubungan dengan masukan, keluaran, dan lapisan tersembunyi lainnya. Tidak ada rumus khusus yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah neuron yang dibutuhkan guna memaksimalkan jumlah node pada lapisan tersembunyi hidden layer (Atiffan, Iwan, & Inung, 2016). Selain itu, optimalisasi awal dari bobot-bobot juga memiliki dampak signifikan terhadap proses pelatihan dalam metode backpropagation.

Metode Penelitian

A. Desain Penelitian

Desain penelitian merupakan suatu strategi yang dipersiapkan sebelum melaksanakan kegiatan penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam penelitian tersebut. Desain penelitian merupakan landasan penelitian karena berfungsi sebagai panduan dan instrumen saat melaksanakan penelitian, bertujuan untuk mencapai tujuan penelitian secara maksimal. Dengan demikian, desain penelitian yang terstruktur dapat membantu menciptakan penelitian yang efisien, efektif, dan optimal. Desain penelitian yang akan diikuti dapat ditemukan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Desain penelitian.

Berikut adalah penjelasan tentang langkah-langkah yang terdapat dalam desain penelitian yang diterapkan dalam kegiatan penelitian:

1. Dalam tahap identifikasi masalah, analisis dilakukan terhadap faktor-faktor yang dapat memberikan pemahaman mengenai populasi sapi Madura. Faktor-faktor tersebut mencakup variasi jenis sapi di Madura, yaitu Sapi Ternak, Sapi Sonok, Sapi Kerapan, dan Sapi Campuran.
2. Tujuan masalah merujuk pada alasan mengapa penelitian dilakukan, pertanyaan atau permasalahan yang ingin dipecahkan, atau hasil yang diharapkan dari penelitian tersebut. Tujuan masalah membantu menetapkan arah dan maksud dari suatu penelitian.
3. Tinjauan pustaka adalah langkah kritis dalam proses penelitian yang melibatkan penyelidikan dan analisis literatur yang relevan dengan topik penelitian Anda. Ini membantu peneliti untuk memahami kerangka kerja konseptual dari penelitian mereka, menempatkan penelitian mereka

dalam konteks yang lebih luas, dan mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan yang dapat diisi oleh penelitian tersebut.

4. Salah satu tahapan dalam pelatihan (training) dan pengujian (testing) model adalah membagi kumpulan data menjadi subset pelatihan dan pengujian. Data pengujian digunakan untuk mengevaluasi performa model dan memastikan model dapat digeneralisasi dengan baik, sedangkan data pelatihan digunakan untuk melatih model. Penting untuk merandomisasi data, memastikan representativitas, dan memperhatikan proporsi kelas jika ada ketidakseimbangan. Evaluasi pada data uji membantu menilai kehandalan model sebelum digunakan di dunia nyata.
5. Pada tahap Pengumpulan Data, informasi diperoleh dari berbagai sumber data yang relevan. Metode pengumpulan data melibatkan studi literatur, observasi, penyelenggaraan kuesioner, dan wawancara. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diklasifikasikan berdasarkan jenis sapi, yaitu Sapi Ternak, Sapi Sonok, Sapi Kerapan, dan Sapi Campuran.
6. Penentuan data penelitian mencakup memilih dataset atau sumber data yang akan digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis.
7. Perhitungan data berkaitan dengan serangkaian proses matematika atau statistika yang dilakukan pada dataset untuk mendapatkan informasi yang berguna.
8. Analisis data adalah proses memeriksa, membersihkan, mentransformasi, dan memodelkan data untuk mendapatkan wawasan, mengidentifikasi pola, dan mendukung pengambilan keputusan.
9. Penting untuk menyampaikan kesimpulan dan saran dengan jelas, singkat, dan relevan untuk memberikan gambaran menyeluruh dan memberikan arah bagi pembaca atau pemangku kepentingan.

B. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan perangkat atau sarana penelitian yang membantu peneliti dalam mengumpulkan data yang diperlukan untuk kegiatan penelitian. Kehadiran instrumen penelitian tersebut mendukung peneliti dalam memperoleh data secara sistematis dan komprehensif, memudahkan proses pengolahan data. Berikut adalah instrumen penelitian yang diperlukan dalam penelitian ini:

a. Studi Pustaka

Pada penelitian, studi pustaka berfungsi sebagai sumber informasi yang digunakan untuk memperoleh data atau variabel terkait dengan isu yang sedang diselidiki. Sumber informasi ini dapat ditemukan melalui buku referensi, jurnal penelitian, artikel, dokumentasi, literatur, dan berbagai informasi lainnya.

b. Observasi

Observasi langsung terhadap permasalahan yang diteliti digunakan untuk melakukan observasi. Lokasi dan waktu pengamatan disesuaikan dengan ruang lingkup kegiatan penelitian. Dengan menggunakan kondisi lapangan yang sebenarnya, tujuan dari observasi langsung ini adalah untuk mengumpulkan lebih banyak data tentang masalah penelitian.

c. Kuisisioner

Proses kuisisioner melibatkan penyampaian serangkaian pertanyaan tertulis kepada sejumlah responden yang memiliki kaitan dengan isu penelitian. Kuisisioner dapat berwujud kumpulan pertanyaan tertulis pada kertas yang diberikan secara langsung atau dalam format digital dengan menyebarkan tautan kepada responden agar dapat diisi.

d. Wawancara

Metode wawancara melibatkan pengajuan pertanyaan dan interaksi langsung dengan narasumber yang memiliki relevansi dengan isu penelitian. Tujuan dari wawancara dalam penelitian adalah untuk memperoleh data yang valid dan mendalam secara langsung dari

narasumber, memungkinkan peneliti mendapatkan pemahaman yang lebih jelas terhadap masalah yang sedang diteliti.

C. Pengumpulan Data

Penelitian yang dilakukan menggunakan data sekunder yang berasal dari peternakan di Sumenep. Dataset ini terdiri dari 4 fitur, dengan contoh data sebanyak 20 entri. Atribut-atribut yang terdapat dalam dataset ini meliputi data sapi ternak, sapi sonok, sapi kerapan, dan sapi campuran, dengan jenis data numerik. Atribut-atribut ini akan digunakan sebagai variabel bebas (x), dengan metode Backpropagation, sedangkan variabel terikatnya adalah populasi sapi. Berikut merupakan tabel data awal yang akan digunakan:

Tabel 1. Data awal

No.	Sapi Ternak	Sapi Sonok	Sapi Kerapan	Sapi Campuran
1	215	126	115	80
2	200	98	120	111
3	135	90	134	132
4	112	119	156	145
5	180	154	78	134
6	213	188	96	121
7	189	192	112	130
8	176	133	108	104
9	311	187	134	114
10	215	143	164	109
11	170	156	122	107
12	197	167	117	123
13	167	178	128	129
14	214	143	167	97
15	213	115	108	90
16	179	86	106	68
17	217	112	115	97
18	245	108	126	100
19	310	123	130	123
20	300	115	116	128

Data ini akan digunakan untuk mengembangkan model dan mengevaluasi kinerja metode Backpropagation terhadap prediksi populasi sapi.

D. Penerapan Algoritma Backpropagation Neural Network

Metode Jaringan Syaraf Tiruan Balik (BPNN) pertama kali diperkenalkan oleh Paul Werbos di tahun 1974, dan David Parker mereplikasi ide ini pada tahun 1982. Setelah presentasinya pada tahun 1986 yang dilakukan oleh Rumelhart dan McClland, popularitasnya semakin meningkat. Algoritma yang memanfaatkan desain jaringan multilayer disebut BPNN. Secara umum, input layer, hidden layer, dan output layer merupakan tiga lapisan utama yang membentuk struktur BPNN. Input layer berfungsi sebagai penyalur sinyal masukan X untuk dikirim ke hidden layer. Secara bersamaan, Input layer dan output layer berfungsi sebagai lokasi penerapan bobot dan bias di seluruh proses komputasi, dan lokasi penghitungan keluaran berdasarkan fungsi aktivasi tertentu. (Julius, Havaluddin, Herman, Novianti, & Masna, April 2020).

Langkah-langkah yang dapat dilakukan pada *Backpropagation Neural Network*.

1. Melakukan inisialisasi bobot dengan memberikan nilai acak kecil..
2. Apabila syarat berhenti tidak tercapai, lanjutkan dengan melaksanakan Langkah-8.

Tahap 1: Feed forward

3. Setiap unit input ($x_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal input x_i yang selanjutnya dilanjutkan ke unit-unit pada hidden layer.
4. Setiap unit di lapisan tersembunyi (*hidden layer*) ($z_j, j = 1, \dots, p$) kemudian melakukan penjumlahan dari bobot sinyal input menggunakan persamaan (1).

$$Z_{in_jk} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \tag{1}$$

Keterangan

- Z : Total sinyal masukan pada lapisan unit j
- v_{0j} : Bobot bias masukan unit 0 dan lapisan unit j
- x_i : *Neuron input* ke- i
- v_{ij} : bobot antara *neuron input* (i) ke *neuron hidden* (j).

Dapat dicapai dengan menggunakan fungsi aktivasi yang dihitung menggunakan persamaan (2). (2)

$$Z_j = f(Z_{in_j})$$

Keterangan

- Z_j : Keluaran pada lapisan unit j
- Z_{in_j} : Total sinyal masukan pada lapisan unit Z_j

Fungsi aktivasi yang diterapkan dapat diasumsikan sebagai sigmoid yang menggunakan persamaan (3).

$$Y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \tag{3}$$

Selanjutnya, sinyal ini dikirimkan ke semua unit yang ada pada *output layer*.

5. Di setiap unit *output* ($y_k, k = 1, \dots, m$), sinyal masukan dengan bobot dijumlahkan menggunakan persamaan (4).

$$Y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \tag{4}$$

Keterangan

- Y_{in_k} : Total sinyal masukan pada keluaran dari unit y_k
- w_{0k} : Bobot bias untuk lapisan tersembunyi ke- k
- z_j : Masukan unit ke- j pada hidden layer (lapisan tersembunyi)
- w_{jk} : Bobot antara neuron hidden (j) dan neuron output (k).

Dengan menggunakan fungsi aktivasi yang dihitung menggunakan persamaan (5).

$$Y_k = f(Y_{in_k}) \tag{5}$$

Keterangan

- Y_{in_k} : Total sinyal masukan pada keluaran untuk unit Y_k

Tahap 2: Perambatan mundur (Backward)

6. Setiap unit *output* (keluaran) ($y_k, k = 1, \dots, m$) mendapat pola masukan pelatihan dan kemudian menghitung galat (*error*) pada tiap tiap *layer* menggunakan persamaan (6).

$$\delta_k = (t_k - y_k) f' (y_{in_k}) \tag{6}$$

Keterangan

- δ_k : Faktor kesalahan atau koreksi bobot w_{jk}
- t : Target
- y_k : *Neuron* keluaran pada unit ke- k
- y_{in_k} : Output dari unit y_k

Kemudian menghitung koreksi dan *bias* menggunakan persamaan (7).

$$\Delta w_{jk} = a\delta_k x_j \tag{7}$$

$$\Delta w_{0k} = a\delta_k$$

Keterangan

- Δw_{jk} : Selisih dari $w_{jk}(t)$ dan $w_{jk}(t+1)$
- Δw_{0k} : Bobot *bias* untuk lapisan tersembunyi ke- k
- a : *learning rate*
- δ_k : Penyesuaian faktor pada bobot w_{jk}
- x : *Input*

7. Setiap unit *hidden* ($z_j, j = 1, \dots, p$) dapat menjumlahkan *delta* masukan (dari setiap unit pada lapisan di atasnya) dengan menggunakan persamaan (8).

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \tag{8}$$

Keterangan

- δ_{in_j} : Total penjumlahan delta pada unit yang sudah berbobot
- δ_k : Faktor koreksi atau kesalahan pada bobot w_{jk}
- w_{jk} : Bobot antara *neuron hidden* unit j dan *neuron output* unit k .

Setelah itu, menghitung galat (*error*) pada setiap lapisan menggunakan persamaan (9).

$$\delta_j = \delta_{in_j} f(x_{in_j}) \tag{9}$$

Keterangan

- δ_j : Penyesuaian faktor pada bobot v_{ij}
- δ : Faktor koreksi
- x : *Input*

Hitung koreksi bobot dan *bias*-nya menggunakan persamaan (10).

$$\Delta v_{ij} = a\delta_j x_i \tag{10}$$

Keterangan

- Δv_{ij} : Bobot *neuron input* ke *neuron hidden*
- a : *learning rate*
- δ_j : Faktor korelasi bobot v_{ij}
- x_i : *neuron input* ke- i

Tahap 3: Perbaiki bobot dan *bias* (Update Weight)

8. Setiap unit keluaran ($y_k, k = 1, \dots, m$) memperbaharui bobot dan *bias* ($j = 0, 1, \dots, p$) yang dihitung menggunakan persamaan (11).

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \tag{11}$$

Keterangan

w_{jk} : Bobot *neuron hidden* ke *neuron output*

Δw_{jk} : Selisih bobot *neuron hidden* ke *neuron output*

Setiap unit tersembunyi ($z_j, j = 1, \dots, p$) memperbaharui bobot dan *bias*-nya ($i = 0, 1 \dots n$) dapat dihitung menggunakan persamaan (12).

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (12)$$

Keterangan

v_{ij} : Bobot *neuron input* ke *neuron hidden*

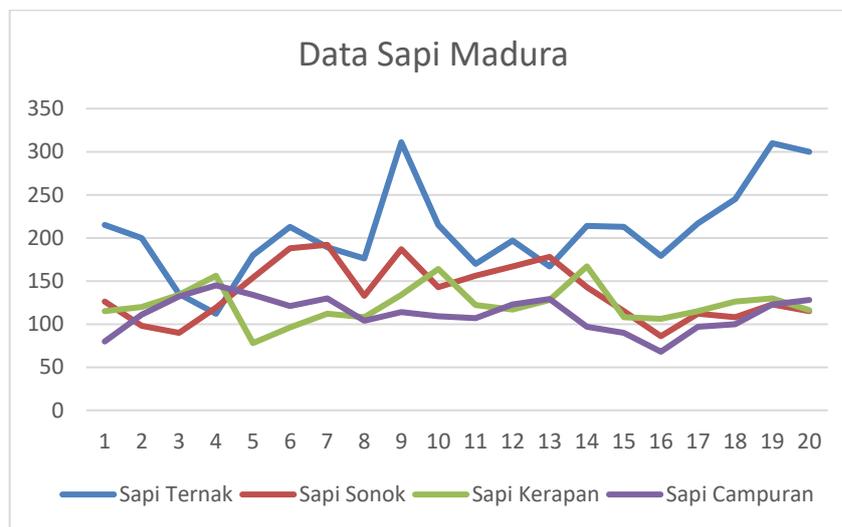
Δv_{ij} : Selisih bobot *neuron input* ke *neuron hidden*

9. Uji syarat berhenti.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

A. Hasil Normalisasi

Dalam penelitian ini, digunakan data time series untuk keempat jenis sapi, yaitu: Sapi Ternak, Sapi Sonok, Sapi Kerapan, dan Sapi Campuran. Visualisasi data sesuai dengan yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Gambar data time series jenis sapi madura

Berikut ini merupakan hasil normalisasi data pengujian yang digunakan, yakni terdapat 20 data dengan data ke-20 merupakan target dari pengujian.

Tabel 2. Data yang telah dinormalisasi

No.	Sapi Ternak	Sapi Sonok	Sapi Kerapan	Sapi Campuran
1	0.51758794	0.377358491	0.415730337	0.155844156
2	0.442211055	0.113207547	0.471910112	0.558441558
3	0.115577889	0.037735849	0.629213483	0.831168831
4	0	0.311320755	0.876404494	1
5	0.090277778	0.641509434	0	1
6	0.319444444	0.979125679	0.573788599	0.930686054
7	0.607066364	1	0.669836239	1
8	0.565299991	0.711171254	0.645824329	0.805966906
9	1	1	0.801901743	0.883580143
10	0.693548387	0.803328801	0.982035928	0.844773525
11	0.548387097	0.876378103	0.730538922	0.829250877
12	0.635483871	0.938189052	0.700598802	0.953432057

13	0.538709677	1	0.766467066	1
14	0.690322581	1	1	0.757516974
15	0.687096774	0.93493925	0.830769231	0.702762742
16	0.577419355	0.699094029	0.815384615	0.530678014
17	0.7	0.910541468	0.884615385	0.757516974
18	0.790322581	0.878011093	0.969230769	0.780983073
19	1	1	1	0.960889834
20	1	1	1	1

B. Perhitungan manual

Epoch = 1000 $\alpha = 0,2$ $\mu = 0,9$

Data contoh yang digunakan yaitu data pada sapi campuran:

Tabel 3. Contoh dataset pada training

Data Sapi	X-3	X-2	X-1	X	Y
Ternak	0.515	0.44	0.115	0	0.089

Inisialisasi bobot bias secara random

Tabel 4. Inisialisasi bobot input ke hidden

Bobot input ke hidden layer				
W1	0.73116	0.97118	0.48100	0.92056
W2	0.87124	0.62125	0.81783	0.57060
W3	0.65179	0.78181	0.27714	0.55087
W4	0.44233	0.48236	0.01201	0.65113

Tabel 5. Inisialisasi bias input ke hidden

Bias input ke hidden layer			
0.22130	0.25157	0.29263	0.55649

Tabel 6. Inisialisasi bobot hidden ke output

Bobot hidden ke output	
V1	-0.0707
V2	0.29997
V3	0.22537
V4	0.31191

Tabel 7. Inisialisasi bias hidden ke output

Bias hidden ke output	
V0	0.1204

Tabel 8. Inisialisasi Learning rate

Learning rate
0.2

Fase 1: Tahapan Perambatan Maju (Fase FeedForward)

Penjumlahan nilai bobot pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dengan menggunakan rumus (1)

$$Z_{in_{jk}} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

$$\begin{aligned} Z_{in1} &= 0.22130 + (0.515*0.73116) + (0.44*0.97118) + (0.115*0.481) + (0*0.92056) \\ &= 0.22130 + (0.3765474) + (0.4273192) + (0.055315) + (0) \\ &= 0.7842742 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in2} &= 0.25157 + (0.515*0.87124) + (0.44*0.62125) + (0.115*0.81783) + (0*0.5706) \\ &= 0.25157 + (0.13591344) + (0.3466575) + (0.45634914) + (0.5706) \\ &= 1.76109008 \end{aligned}$$

Hasil dari operasi lapisan tersembunyi Z_in1 hingga Z_in 19.

Tabel 9. Hasil operasi hidden layer

Hasil	
Z_in1	5.700932858
Z_in2	6.445126406
Z_in3	6.415126406
Z_in4	6.745126406
Z_in5	6.030932858
Z_in6	6.580562964
Z_in7	3.745713477
Z_in8	10.08109016
Z_in9	5.942443187
Z_in10	4.438972283
Z_in11	4.050703059
Z_in12	3.193806452
Z_in13	3.242225807
Z_in14	2.132071767
Z_in15	5.830932858
Z_in16	6.150932858
Z_in17	6.130932858
Z_in18	6.230932858
Z_in19	6.330932858

Melakukan operasi aktivasi penjumlahan bobot dengan fungsi aktivasi sigmoid dengan menggunakan rumus (2)

$$Z_j = f(Z_{in_j})$$

Tabel 10. Hasil Fungsi aktivasi signoid

>> Pengaktifan Bobot (2)	
Hasil	
Z1	0.99666829
Z2	0.99841427
Z3	0.99836606
Z4	0.99882478
Z5	0.99760251
Z6	0.99861485
Z7	0.97692620
Z8	0.99995814
Z9	0.99738127
Z10	0.98832974
Z11	0.98288780
Z12	0.96060054
Z13	0.96239275
Z14	0.89398153
Z15	0.99707325
Z16	0.99787304
Z17	0.99783017
Z18	0.99803625
Z19	0.99822279

Menghitung nilai output layer dengan rumus (3)

$$Y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{k=1}^p z_j w_{jk}$$

$$\begin{aligned} y_{in} &= 0.1204 + (0.68660057*(0.07069)) + (0.744151477*0.299971) + (0.731877532*0.225369) \\ &\quad (0.695420593*0.311912) \\ &= 0.1204 + 0.048535794 + 0.223223863 + 0.164942508 + 0.216910028 \\ &= 0.676932335 \end{aligned}$$

Tabel 11. Hasil output layer

y_in	6.040986826
------	-------------

Menghitung sinyal output layer dengan fungsi aktivasi dengan rumus (4)

$$y_k = \frac{1}{1 + e^{-y_{in}(k)}}$$

Tabel 12. Hasil aktivasi

yk	0.997626437
----	-------------

Fase II: Tahapan Perambatan Mundur (Backward)

Menghitung nilai error yang berdasarkan nilai kesalahan dengan nilai target menggunakan rumus (5).

$$\delta_k = (t_k - y_k) \cdot f'(y_{in})$$

$$\begin{aligned} \delta_k &= (0.089 - 0.663053683) * (f(y_{in}) * (1 - f(y_{in}))) \\ &= (-0.089 - 0.663053683) * (1 - 0.663053683) \\ &= -0.12825134 \end{aligned}$$

Tabel 13. Hasil nilai error

Error = Target - Y	0.002373563
Kuadrat error	0.302129286
Δk	0.0000056204

Menghitung koreksi bobot dan bias dengan menggunakan rumus (6) dan (7).

$$\begin{aligned} \Delta w_{jk}(t) &= \alpha \delta_k z_j + \Delta w_{jk}(t-1) \mu \\ \Delta w_{0k}(t) &= \alpha \delta_k + \Delta w_{0k}(t-1) \mu \end{aligned}$$

Hasil dari menghitung nilai koreksi bobot $\Delta W1$ hingga $\Delta W4$

Tabel 14. Hasil koreksi bobot

Hasil	
$\Delta W0$	0.000005602
$\Delta W1$	0.000005612
$\Delta W2$	0.000005611
$\Delta W3$	0.000005614
$\Delta W4$	0.000005607
$\Delta W5$	0.000005613
$\Delta W6$	0.000005491
$\Delta W7$	0.000005620
$\Delta W8$	0.000005606
$\Delta W9$	0.000005555
$\Delta W10$	0.000005524
$\Delta W11$	0.000005399
$\Delta W12$	0.000005409
$\Delta W13$	0.000005025
$\Delta W14$	0.000005604
$\Delta W15$	0.000005608
$\Delta W16$	0.000005608
$\Delta W17$	0.000005609
$\Delta W18$	0.000005610
$\Delta W19$	0.000005609

Menghitung faktor δ pada lapisan tersembunyi berdasarkan nilai kesalahan pada setiap lapisan tersembunyi menggunakan rumus (8).

$$\delta_{in j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}$$

$$\begin{aligned} \delta_{in1} &= (-0.12825134) * (-0.008805744) \\ &= 0.021806 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{in2} &= (-0.12825134) * (-0.009543842) \\ &= 0.021788 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan faktor δ pada setiap hidden layer berdasarkan nilai *error*.

Tabel 15. Hasil faktor hidden layer

Hasil	
δ_{in1}	-0.0000003934
δ_{in2}	0.0000016299
δ_{in3}	0.0000012365
δ_{in4}	0.0000017423
δ_{in5}	0.0000025292
δ_{in6}	0.0000031474
δ_{in7}	0.0000037657
δ_{in8}	-0.0000003934
δ_{in9}	0.0000016299
δ_{in10}	0.0000012365
δ_{in11}	0.0000017423
δ_{in12}	0.0000025292
δ_{in13}	0.0000031474
δ_{in14}	0.0000037657
δ_{in15}	-0.0000003934
δ_{in16}	0.0000016299
δ_{in17}	0.0000012365
δ_{in18}	0.0000017423
δ_{in19}	0.0000025292

Menghitung nilai eror dengan rumus (9)

$$\delta_j = \delta_{inj}(z_j)(1 - z_j)$$

$$\delta_1 = 0.021806 * (0.697485) * (1-0.697485)$$

$$= 0.004601078$$

$$\delta_2 = 0.021788 * (0.713471) * (1- 0.713471)$$

$$= 0.004454025$$

Tabel 16. Hasil nilai eror

Hasil	
δ_1	-0.00000001306
δ_2	0.00000002581
δ_3	0.00000002017
δ_4	0.00000002045
δ_5	0.00000006049
δ_6	0.00000004354
δ_7	0.00000084884
δ_8	-0.00000000016
δ_9	0.00000004257
δ_{10}	0.00000014262
δ_{11}	0.00000029305
δ_{12}	0.00000095723
δ_{13}	0.00000113915
δ_{14}	0.00000356906
δ_{15}	-0.00000001148
δ_{16}	0.00000003459
δ_{17}	0.00000002677
δ_{18}	0.00000003415
δ_{19}	0.00000004487

Menghitung nilai koreksi bobot dan bias ΔV_0 hingga ΔV_4 dengan rumus (10) dan (11)

$$\Delta v_{ij}(t) = \alpha \delta_j x_i + \Delta v_{ij}(t - 1) \mu$$

$$\Delta v_{0j}(t) = \alpha \delta_j + \Delta v_{0j}(t - 1) \mu$$

Hasil dari koreksi bobot dan bias ΔV_1 hingga ΔV_{10}

Tabel 17. Hasil koreksi bobot

	$\Delta V1$	$\Delta V2$	$\Delta V3$	$\Delta V4$	$\Delta V5$	$\Delta V6$	$\Delta V7$	$\Delta V8$	$\Delta V9$	$\Delta V10$
1	-0.0000000006762	0.00000000013356	0.000000000010	0.00000000011	0.00000000031	0.00000000023	0.00000000439	-0.0000000000085	0.0000000022035	0.00000000073817
2	-0.0000000005777	0.00000000011411	0.00000000009	0.00000000009	0.00000000027	0.00000000019	0.00000000375	-0.0000000000073	0.0000000018826	0.00000000063067
3	-0.0000000001510	0.0000000002983	0.00000000002	0.00000000002	0.00000000007	0.00000000005	0.00000000098	-0.0000000000019	0.0000000004920	0.0000000016483
4	0.0000000000000	0.0000000000000	0.00000000000	0.00000000000	0.00000000000	0.00000000000	0.00000000000	0.0000000000000	0.0000000000000	0.0000000000000
5	-0.0000000001179	0.0000000002330	0.00000000002	0.00000000002	0.00000000005	0.00000000004	0.00000000077	-0.0000000000015	0.0000000003843	0.0000000012875
6	-0.0000000004173	0.0000000008243	0.00000000006	0.00000000007	0.00000000019	0.00000000014	0.00000000271	-0.0000000000053	0.0000000013599	0.0000000045559
7	-0.0000000007931	0.0000000015665	0.00000000012	0.00000000012	0.00000000037	0.00000000026	0.00000000515	-0.0000000000100	0.0000000025844	0.00000000086579
8	-0.0000000007385	0.0000000014588	0.00000000011	0.00000000012	0.00000000034	0.00000000025	0.00000000480	-0.0000000000093	0.0000000024066	0.00000000080622
9	-0.0000000013064	0.0000000025805	0.00000000020	0.00000000020	0.00000000060	0.00000000044	0.00000000849	-0.0000000000165	0.0000000042572	0.0000000142618
10	-0.0000000009061	0.0000000017897	0.00000000014	0.00000000014	0.00000000042	0.00000000030	0.00000000589	-0.0000000000114	0.0000000029525	0.00000000098913
11	-0.0000000007164	0.0000000014151	0.00000000011	0.00000000011	0.00000000033	0.00000000024	0.00000000465	-0.0000000000090	0.0000000023346	0.00000000078210
12	-0.0000000008302	0.0000000016399	0.00000000013	0.00000000013	0.00000000038	0.00000000028	0.00000000539	-0.0000000000105	0.0000000027054	0.00000000090631
13	-0.0000000007038	0.0000000013901	0.00000000011	0.00000000011	0.00000000033	0.00000000023	0.00000000457	-0.0000000000089	0.0000000022934	0.00000000076830
14	-0.0000000009019	0.0000000017814	0.00000000014	0.00000000014	0.00000000042	0.00000000030	0.00000000586	-0.0000000000114	0.0000000029388	0.00000000098452
15	-0.0000000008976	0.0000000017731	0.00000000014	0.00000000014	0.00000000042	0.00000000030	0.00000000583	-0.0000000000113	0.0000000029251	0.00000000097992
16	-0.0000000007544	0.0000000014900	0.00000000012	0.00000000012	0.00000000035	0.00000000025	0.00000000490	-0.0000000000095	0.0000000024582	0.00000000082350
17	-0.0000000009145	0.0000000018064	0.00000000014	0.00000000014	0.00000000042	0.00000000030	0.00000000594	-0.0000000000115	0.0000000029800	0.00000000099833
18	-0.0000000010325	0.0000000020394	0.00000000016	0.00000000016	0.00000000048	0.00000000034	0.00000000671	-0.0000000000130	0.0000000033645	0.00000000112714
19	-0.0000000013064	0.0000000025805	0.00000000020	0.00000000020	0.00000000060	0.00000000044	0.00000000849	-0.0000000000165	0.0000000042572	0.0000000142618

Koreksi nilai bobot dan bias

Koreksi nilai bobot dan bias pada lapisan keluaran (*output layer*).

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk}$$

$$w_{0k}(\text{baru}) = w_{0k}(\text{lama}) + \Delta w_{0k}$$

$$W1 (\text{Baru}) = (0.07069) + (-0.14728)$$

$$= -0.21797$$

$$W2 (\text{Baru}) = (0.299971) + (-0.14715)$$

$$= 0.152818$$

Hasil dari perbaikan bobot W1 hingga W19 pada output layer

Tabel 18. Hasil perbaikan bobot

Hasil	
W1	-0.0699994388
W2	0.2900005611
W3	0.2200005614
W4	0.3100005607
W5	0.4500005613
W6	0.5600005491
W7	0.6700005620
W8	-0.0699994394
W9	0.2900005555
W10	0.2200005524
W11	0.3100005399
W12	0.4500005409
W13	0.5600005025
W14	0.6700005604
W15	-0.0699994392
W16	0.2900005608
W17	0.2200005609
W18	0.3100005610
W19	0.4500005609

Koreksi nilai bobot dan bias pada lapisan tersembunyi

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij}$$

$$v_{0j}(\text{baru}) = v_{0j}(\text{lama}) + \Delta v_{0j}$$

$$V1 \text{ (Baru)} = 0.73116 + 0.00110$$

$$= 0.73227$$

$$V2 \text{ (Baru)} = 0.97118 + 0.00106$$

$$= 0.97224$$

Hasil dari perbaikan bobot V1 hingga V10 pada hidden layer

Tabel 19. Hasil koreksi bobot dan bias

	$\Delta V1$	$\Delta V2$	$\Delta V3$	$\Delta V4$	$\Delta V5$	$\Delta V6$	$\Delta V7$	$\Delta V8$	$\Delta V9$	$\Delta V10$
1	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000
2	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000
3	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000
4	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000
5	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000
6	0.750000	0.750000	0.750000	0.750000	0.750000	0.750000	0.750000	0.750000	0.750000	0.750000
7	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000
8	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000
9	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000	0.730000
10	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000	0.870000
11	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000
12	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000	0.670000
13	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000	0.630000
14	0.150000	0.750000	0.750000	0.750000	0.150000	0.750000	0.750000	0.750000	0.150000	0.750000
15	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000	0.240000
16	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000	0.650000
17	0.430000	0.430000	0.430000	0.430000	0.430000	0.430000	0.430000	0.430000	0.430000	0.430000
18	0.220000	0.220000	0.220000	0.220000	0.220000	0.220000	0.220000	0.220000	0.220000	0.220000
19	0.260000	0.560000	0.560000	0.560000	0.260000	0.560000	0.560000	0.560000	0.260000	0.560000

Tabel 20. Hasil dari perbaikan bias

Hasil -Vj0	
1	0.2199999999
2	0.2500000003
3	0.2200000002
4	0.5500000002
5	0.5500000006
6	0.6500000004
7	0.7500000085
8	0.8500000000
9	0.9500000004
10	0.1200000014
11	0.4500000029
12	0.4200000096
13	0.1800000114
14	0.3400000357
15	0.3499999999
16	0.6700000003
17	0.6500000003
18	0.7500000003
19	0.8500000004

Testing

1. Menggunakan bobot dan bias baru yang diperoleh selama tahap pelatihan.
2. Proses perambatan maju (*FeedForward*) melibatkan langkah-langkah berikut:
 - Operasi dilakukan pada lapisan tersembunyi dengan menggunakan persamaan (1)
 - Implementasi fungsi aktivasi pada lapisan tersembunyi dengan menggunakan persamaan. (2)
 - Operasi pada *output layer* dengan menggunakan persamaan (3)
 - Penggunaan fungsi aktivasi pada lapisan keluaran dengan menggunakan persamaan (4)

3. Hasil akhir yang diperoleh adalah nilai Y_k atau nilai prediksi.

Perhitungan manual pada tahap pengujian (Testing)

Tahapan Perambatan Maju atau *Fase FeedForward*.

Penjumlahan nilai-nilai bobot di lapisan tersembunyi dengan menggunakan rumus (1)

$$z_{-in(j)} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i \cdot v_{ij}$$

$$\begin{aligned} Z_{in1} &= 0.22360 + (0.00001 * 1) + (0.97232 * 0.457627119) + (0.48248 * 0.333333333) + (0.92153 \\ &\quad * 0.414285714) \\ &= 1.211175776 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in2} &= 0.25409 + (0.87242 * 1) + (0.62247 * 0.457627) + (0.86525 * 0.333333) + (0.57160 \\ &\quad * 0.414286) \\ &= 1.93659902 \end{aligned}$$

Hasil dari operasi lapisan tersembunyi Z_{in1} hingga Z_{in19}

Tabel 21. Hasil operasi hidden layer

Hasil	
Z_in1	5.700932858
Z_in2	6.445126406
Z_in3	6.415126406
Z_in4	6.745126406
Z_in5	6.030932858
Z_in6	6.580562964
Z_in7	3.745713477
Z_in8	10.08109016
Z_in9	5.942443187
Z_in10	4.438972283
Z_in11	4.050703059
Z_in12	3.193806452
Z_in13	3.242225807
Z_in14	2.132071767
Z_in15	5.830932858
Z_in16	6.150932858
Z_in17	6.130932858
Z_in18	6.230932858
Z_in19	6.330932858

Melakukan operasi aktivasi penjumlahan bobot dengan fungsi aktivasi sigmoid dengan menggunakan rumus (2)

$$z_j = \frac{1}{1 + e^{-z_{in(j)}}}$$

Tabel 22. Hasil operasi Aktivasi sigmoid

Hasil	
Z1	0.99666829
Z2	0.99841427
Z3	0.99836606
Z4	0.99882478
Z5	0.99760251
Z6	0.99861485
Z7	0.97692620
Z8	0.99995814
Z9	0.99738127
Z10	0.98832974
Z11	0.98288780
Z12	0.96060054
Z13	0.96239275
Z14	0.89398153
Z15	0.99707325
Z16	0.99787304
Z17	0.99783017
Z18	0.99803625
Z19	0.99822279

Menghitung nilai output layer dengan rumus (3)

$$y_{ink(k)} = w_{0k} + \sum_{j=1}^n z_j \cdot w_{jk}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{in} &= (-0.003065972) + ((-0.1809735) * 0.770506923) + (0.189339793 * 0.873978034) + \\
 &\quad (0.119137382 * 0.838069217) + (0.209735356 * 0.818147505) \\
 &= 0.294411344
 \end{aligned}$$

Tabel 23. Hasil Nilai Output Layer

y_in	6.040986826
------	-------------

Menghitung sinyal output dengan fungsi aktivasi dengan rumus (4)

$$y_k = \frac{1}{1 + e^{-y_{in(k)}}}$$

Tabel 24. Hasil sinyal output

Yk	0.997626437
----	-------------

Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan pada seluruh data waktu (time series) sapi adalah sebagai berikut:

Tabel 25. Hasil perhitungan

JENIS SAPI	Target	Output	Error	Hasil Prediksi
Sapi Ternak	1.000	0.997626	0.002374	1.0000
Sapi Sonok	1.000	0.997798	0.002202	1.0046
Sapi Kerapan	1.000	0.997769	0.002231	1.0000
Sapi Campuran	1.000	0.997731	0.002269	1.0190



Hasil perhitungan terendah terdapat pada perhitungan sapi sonok, yaitu senilai 0.002202, Ini berarti bahwa hasil prediksi yang diperoleh (0.002202) hampir identik atau sangat mendekati nilai yang sesungguhnya diamati atau diukur di lapangan. Hasil perhitungan terendah ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan untuk prediksi memiliki akurasi yang tinggi ketika diterapkan pada sapi jenis "sonok." Itu artinya, model ini mampu memberikan prediksi yang sangat mendekati kenyataan ketika digunakan untuk sapi jenis tersebut.

Kesimpulan dan Saran

Dapat disimpulkan bahwa parameter sistem masukan mempunyai dampak berdasarkan pengujian dan hasil analisis penelitian ini. Terdapat perbedaan mencolok dalam dampak setiap parameter terhadap hasil prediksi algoritma propagasi mundur. Secara spesifik, nilai learning rate yang rendah cenderung menyebabkan kesalahan prediksi yang besar. Angka terendah dalam perhitungan muncul dalam konteks sapi jenis "sonok," dengan nilai sebesar 0.002202. Ini menandakan bahwa hasil prediksi hampir persis atau sangat mendekati nilai sebenarnya yang diamati atau diukur secara langsung di lapangan. Hasil perhitungan terendah ini mengindikasikan bahwa metode yang digunakan dalam prediksi memiliki tingkat akurasi yang tinggi ketika diterapkan pada sapi jenis "sonok." Dengan kata lain, model ini mampu memberikan prediksi yang sangat akurat yang hampir sama dengan kenyataan ketika digunakan untuk menganalisis sapi jenis tersebut.

Hasil penelitian ini memberikan beberapa saran yang dapat berguna untuk penelitian selanjutnya. Saran-saran tersebut mencakup penggunaan data dengan frekuensi harian atau bulanan dan pemberian parameter tambahan yang memiliki pengaruh terhadap populasi sapi. Selain itu, ada kemungkinan untuk mengkaji modifikasi dengan memasukkan metode lain dalam prediksi populasi sapi, dengan tujuan mengurangi kebutuhan pada jumlah epoch yang besar dalam proses pembelajaran, serta mempertimbangkan penggunaan kriteria berhenti selain berdasarkan jumlah epoch untuk mencapai konvergensi.

Daftar Pustaka

- Atiffan, R., Iwan, I. T., & Inung, W. (2016). ANALYSIS OF THE USE OF GENETIC ALGORITHM TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF MUSICAL GENRE CLASSIFICATION BASED NEURAL NETWORK BACK-PROPAGATION. *e-Proceeding of Engineering*, 1527.
- Aziz, A. (2019, October 10). Retrieved from antarnews: <https://www.antarnews.com/berita/1105322/sapi-madura-antara-nilai-ekonomi-dan-identitas-sosial#:~:text=Menurut%20data%2C%20populasi%20sapi%20Madura,persen%20dari%20populasi%20sapi%20nasional.>

- Dwi, N. S., Candra, D., & Sigit, A. (2018). Prediksi Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dolar Amerika Dengan Menggunakan Algoritme Genetika –Backpropagation. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4794-4801.
- Feng, C. X. (2001). An Optimization Model for Concurrent Selection of Tolerances and Supplier. *Computer & Industrial Engineering*, 15-33.
- Gandhi, R., Budi, D. S., & Bachtiar, F. A. (2018). Prediksi Produktivitas Padi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6048-6057.
- Hervianto, D., Kuswati, & Ciptadi, G. (2020). IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK SAPI BETINA MADURA TIPE TACCEK. *Journal of Tropical Animal Production*, 83-92.
- Irfan, C. S., Dedy, H., & Wanto, A. (2020). Prediksi Perkembangan Jumlah Pelanggan Listrik Menurut Pelanggan Area Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 48-54.
- Jaka, P., Herfia, R., & Winda, A. (2021). PERBANDINGAN K-NEAREST NEIGHBOR DAN BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK DALAM PREDIKSI RESIKO DIABETES TAHAP AWAL. *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, 352-265.
- Julius, R. S., Haviluddin, Herman, S. P., Novianti, P., & Masna, W. (April 2020). Algoritma Backpropagation Neural Network dalam Memprediksi Harga Komoditi Tanaman Karet. *ILKOM*, 32-38.
- STEKOM. (2022, march). Retrieved from stekom: https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Sapi_madura
- Winda, A., Jaka, P., & Rhomadhona, H. (2020). PERBANDINGAN ELMAN RECURRENT NEURAL NETWORKS, BACKPROPAGATION NEURAL NETWORKS, DAN EXPONENTIAL SMOOTHING DALAM PERAMALAN PRODUKSI PALAWIJA. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 206-220.