

IMPLEMENTASI METODE BACKPROPAGATION UNTUK MEMPREDIKSI CURAH HUJAN DI PROVINSI SUMATERA UTARA

Rinjani Cyra Nabila¹, Arnita²

¹ Program Studi Ilmu Komputer, Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan, Jalan Willem Iskandar Pasar V, Medan 20221, Indonesia

e-mail: rinjanicyranabila@gmail.com¹ arnita@unimed.ac.id²

ABSTRAK

Tingkat kerugian masyarakat yang tinggi disebabkan oleh terjadinya bencana alam. Hal ini dikarenakan minimnya informasi yang diterima masyarakat tentang potensi bencana di sekitar mereka. Dengan demikian, kesadaran masyarakat akan tanggap bencana sangat rendah. Oleh karena itu, informasi cuaca sangat penting untuk kelancaran aktivitas dan aktivitas manusia, termasuk melihat besarnya curah hujan. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui model terbaik yang digunakan untuk memprediksi curah hujan di Provinsi Sumatera Utara dan mengetahui trend curah hujan pada tahun yang akan datang. Data yang diambil pada penelitian ini merupakan data time series curah hujan yang terdapat di 6 stasiun di Provinsi Sumatera Utara pada 10 tahun terakhir yang meliputi Stasiun Meteorologi Sibolga, Stasiun Meteorologi Aek Godang, Stasiun Meteorologi Silangit, Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah I Medan, Stasiun Klimatologi Deli Serdang, dan Stasiun Meteorologi Binaka. Penelitian ini menggunakan metode terbaik dalam memprediksi yaitu metode backpropagation. Hasil yang sudah dilakukan pada data curah hujan Provinsi Sumatera Utara didapat model terbaik dengan iterasi optimal sebesar 1000 iterasi, pada uji coba learning rate didapat learning rate optimal 0,1 dan mendapatkan jumlah node hidden 5 yang terbaik. Pada proses pengujian didapat hasil MSE 0,047 dan 0,022 dan nilai RMSE 0,0022 dan 0,00049.

Kata Kunci: jaringan syaraf tiruan, Backpropagation, Prediksi, Curah Hujan

I. PENDAHULUAN

Tingkat kerugian masyarakat yang tinggi disebabkan oleh terjadinya bencana alam. Hal ini dikarenakan minimnya informasi yang diterima masyarakat tentang potensi bencana di sekitar mereka. Dengan demikian, kesadaran masyarakat akan tanggap bencana sangat rendah [1] Oleh karena itu, informasi cuaca sangat penting untuk kelancaran aktivitas dan aktivitas manusia, termasuk melihat besarnya curah hujan. Karena kondisi cuaca yang berubah-ubah, penyimpangan tidak dapat dihindari. Penyimpangan tersebut dapat terlihat setelah beberapa hari diguyur hujan.

Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi yang terletak di Pulau Sumatera Bagian Utara dengan koordinat $1^{\circ} - 4^{\circ}$ LU dan $98^{\circ} - 100^{\circ}$ BT [2]. Letak geografis Sumatera Utara cukup strategis karena berada di sekitar garis khatulistiwa, dilintasi Pegunungan Bukit Barisan dan dikelilingi oleh Selat Malaka dan Samudera Hindia. Akibatnya, kondisi iklim curah hujan di Sumatera Utara menunjukkan karakteristik iklim yang dipengaruhi oleh iklim global seperti *fenomena Indian Ocean Dipole* (IOD) [3]. Selain itu, faktor iklim skala regional seperti monsun, gangguan tropis, dan konvergensi regional juga mempengaruhi kondisi iklim regional. Pada tingkat lokal, pertumbuhan awan dan hujan mempengaruhi kondisi alam dan juga mempengaruhi gerak semu matahari. [2]. Sumatera utara memiliki stasiun hujan

atau pos hujan berdasarkan geografis dan sifat curah hujan tersendiri di pulau besar yang terdiri dari pegunungan (dataran tinggi), dataran rendah dan pulau kecil. Stasiun yang mewakili dataran tinggi adalah stasiun meteorology Sibolga ,stasiun meteorologi Silangit dan stasiun meteorologi Aek Godang. Stasiun yang mewakili dataran rendah meliputi BMKG Wilayah I Medan dan stasiun klimatologi Deli Serdang [4], Sedangkan stasiun untuk mewakili pulau kecil yaitu stasiun meteorologi Binaka [5].

Jaringan saraf tiruan (JST) adalah sistem komputer yang arsitektur dan operasinya terinspirasi oleh pengetahuan tentang sel syaraf biologis otak, salah satu representasi buatan dari otak manusia yang terus-menerus mencoba untuk merangsang proses pembelajaran otak manusia. Jaringan syaraf tiruan juga dapat memprediksi apa yang akan terjadi di masa depan berdasarkan pola-pola kejadian yang telah ada di masa lalu. Ini dikenal sebagai peramalan atau prognosis [6].

Peramalan adalah cara untuk memprediksi apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu. Algoritma peramalan umumnya digunakan untuk memperkirakan atau memprediksi suatu peristiwa atau peristiwa tertentu sebelum terjadi [7]. Ini dapat dilakukan dengan mengambil data dari masa lalu dan memasukkannya ke masa depan menggunakan beberapa bentuk pemodelan sistematis [8].

Analisis deret waktu adalah analisis data berdasarkan waktu atau observasional dari deret waktu

variabel yang diamati. Data dapat dicatat sebagai time series berdasarkan harian, mingguan, bulanan, tahunan atau periode waktu tertentu lainnya pada periode yang sama [9]. Data *time series* atau pengamatan dari satu periode diasumsikan dipengaruhi oleh pengamatan dari periode sebelumnya. Dengan demikian, dengan menganalisis data deret waktu, dimungkinkan untuk memprediksi masa depan (peramalan).

Neural Network merupakan metode yang baik untuk digunakan dalam prediksi data runtun waktu terjawab dari hasil kompetisi NN3 yaitu, karena Kemampuan NN untuk menangani data yang kompleks yang dalam hal ini mencakup data deret waktu pendek dan data deret waktu musiman, yang dapat melebihi harapan sebelumnya dan memungkinkan identifikasi langkah-langkah yang berbeda untuk penelitian selanjutnya [10] [11]. Metode ini memiliki akurasi yang sangat tinggi dan dapat membantu menyederhanakan berbagai masalah yang tidak dapat diselesaikan dengan pendekatan matematis atau numerik. Metode neural network memiliki kelebihan yaitu toleransi yang tinggi terhadap data yang mengganggu, kemampuan untuk mengklasifikasikan pola, cocok untuk input dan output yang bersifat continue, berhasil untuk data nyata yang ada didunia [12].

II. METODE PENELITIAN

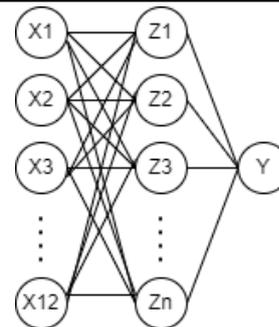
Backpropagation digunakan dalam penelitian ini untuk meramalkan curah hujan di Provinsi Sumatera Utara. Data curah hujan diperoleh dari situs data online resmi BMKG dan Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah 1 Medan. Data tersebut meliputi enam stasiun di Provinsi Sumatera Utara, antara lain Stasiun Meteorologi Silangit, Stasiun Aek Godang, Stasiun Sibolga, Stasiun Binaka, Stasiun Deli Serdang, dan Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah 1 Medan. Data yang digunakan adalah data curah hujan time series dari Januari 2012 hingga Desember 2021.

A. Data Processing

Pada tahap ini, data yang diperoleh diproses terlebih dahulu dengan melihat data yang hilang nilainya. Ketika ada data yang hilang, metode imputasi digunakan untuk mencari nilai rata-rata pada data nilai yang hilang. Selanjutnya normalisasi data dilakukan setelah data missing value yang sudah baik Tujuan normalisasi data adalah mencocokkan output jaringan dengan fungsi aktivasi.

B. Pemodelan Backpropagation

Arsitektur backpropagation dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur backpropagation

Arsitektur jaringan backpropagation terdiri dari tiga lapisan yang dihubungkan oleh bobot: lapisan masukan, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran. Proses pelatihan menentukan pemodelan terbaik dengan menentukan parameter backpropagation. Uji learning rate, jumlah node lapisan tersembunyi, dan iterasi akan diuji selama proses pelatihan. Parameter tersebut diuji dengan learning rate mulai dari 0,1 hingga 0,9 total 3,4,5 layer node tersembunyi, dan 100, 500, dan 1000 iterasi.

Proses prediksi curah hujan dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

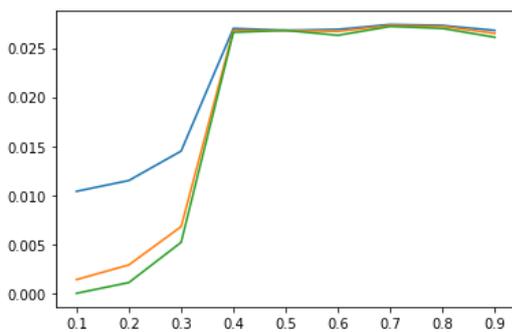
- a) Pembagian Data Training dan Data Testing
Dalam tahapan analisis data yang dilakukan pertama kali adalah pembagian data training dan data testing. pembagian tersebut dibagi menjadi dua yaitu sebanyak 80% untuk data training dan 20% untuk data testing [13]. Data training pada tahun Januari 2012 – Desember 2018 dan data testing diambil pada Januari 2019 – Desember 2021.
- b) Pembentukan pola metode backpropagation
Pada tahap pembentukan pola tahapan training yang dilakukan dengan menguji coba parameter-parameter pada metode Backpropagation. Untuk menentukan model terbaik
- c) Pengujian
Setelah proses pembentukan pola selesai, maka dilakukan tahapan pengujian pada data uji yang sudah ditentukan. Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan model terbaik yang sudah didapat pada tahap pelatihan. Pengujian dilakukan untuk melihat keakuratan system metode yang digunakan dalam memprediksi data serta melihat hasil prediksi curah hujan pada tahun yang telah ditentukan. Pada tahap ini juga nantinya akan dilakukan denormalisasi dengan rumus:
- d) Evaluasi
Dalam tahapan ini hasil dari pengujian yaitu mendapatkan hasil prediksi pada tahun berikutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemodelan Backpropagation

Pembentukan jaringan syaraf tiruan melalui pelatihan jaringan dengan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang dirancang dengan pengujian lapisan tersembunyi 3, 4, dan 5. Proses pelatihan ini dilakukan secara eksperimen untuk melihat pengaruh nilai learning rate dengan range (0,1 – 0,9) untuk setiap hidden layer [9] dan akan dilakukan uji iterasi untuk mencari jumlah iterasi yang optimal. Iterasi 100, 500, dan 1000 digunakan untuk setiap percobaan lapisan tersembunyi pada setiap data curah hujan di setiap stasiun.

Pengaruh learning rate terhadap data curah hujan dari Januari 2012 hingga Desember 2019 dapat dilihat pada gambar 2.

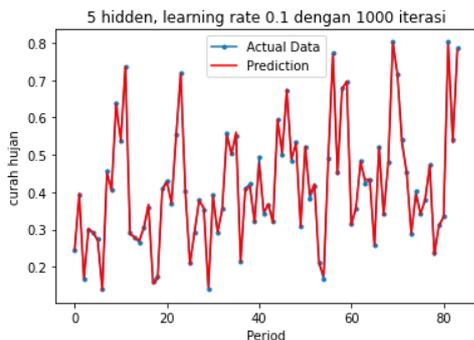


Gambar 2. Pengaruh Nilai Learning Rate

Gambar 2 menjelaskan garis berwarna biru adalah 100 iterasi, garis berwarna orange 500 iterasi dan garis berwarna hijau 1000 iterasi.

Pengujian *learning rate* mulai dari 0,1 – 0,9 percobaan pada 5 node *hidden*. Dari percobaan iterasi 100,500, dan 1000 pada *learning rate* dari range 0,4 - 0,9 hampir tidak terjadi penurunan ataupun kenaikan tetapi lebih kearah stabil. Namun pada *learning rate* 0,1-0,3 iterasi 100,500,1000 nilai MSE cenderung lebih menurun dalam arti nilai lebih kecil dari yang lainnya terutama bisa dilihat pada *learning rate* 0,1 iterasi ke-1000 grafik adanya penurunan yaitu dengan mendapatkan nilai *MSE* sebesar 0,0000038.

Hasil pelatihan dari 100, 500 dan 1000 mendapatkan proses tranning yang baik pada iterasi ke 1000. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses Training

Gambar 3 menjelaskan grafik terlihat sangat bagus setelah iterasi ke-1000. Bentuk garis aktual (biru) dan garis prediksi (merah) saling berdekatan, menandakan bahwa hasil pelatihan dapat memenuhi nilai sebenarnya. Dalam 1000 iterasi, *MSE* adalah 0,0000038. Berdasarkan hasil percobaan, semakin banyak iterasi yang ditentukan maka semakin kecil nilai error yang dihasilkan.

B. Testing

Model terbaik yang diperoleh selama proses pelatihan digunakan untuk pengujian yaitu model arsitektur dengan 12 input, 5 hidden layer, dan 1 output layer (12-5-1). Data yang digunakan dalam pengujian tidak pernah digunakan dalam proses pelatihan. Data pengujian diperoleh dari kombinasi data curah hujan dari enam stasiun, dengan rata-rata data dihitung untuk periode Januari 2020 hingga Desember 2021. Proses pengujian ini akan menghasilkan nilai prediksi pada tahun 2022. Mengikuti prediksi curah hujan tahun 2022, selanjutnya Tahapan yang akan dilakukan adalah menguji prediksi curah hujan tahun 2023 di setiap stasiun dengan menggunakan data tahun 2021 hingga tahun 2022.

Nilai *MSE* hasil pengujian berdasarkan data curah hujan tahun 2020-2021 sebesar 0,047, dan nilai *MSE* kuadrat sebesar 0,022. Nilai *MSE* sebesar 0,0022 diperoleh dari data tahun 2021-2022 untuk prediksi tahun 2023, dengan *MSE* square sebesar 0,00049.

Tabel 1 menunjukkan hasil prediksi curah hujan di Provinsi Sumatera Utara setelah dilakukan proses pengujian.

Tabel.1 Hasil Prediksi Curah Hujan Di Provinsi Sumatera Utara

Month	Year	
	2022	2023
January	0,410327	0,454163
February	0,381673	0,392483
March	0,407148	0,555477
April	0,281296	0,36858
May	0,413352	0,267101
June	0,597875	0,271948
July	0,449739	0,412122
August	0,391506	0,534789
September	0,401561	0,476313
October	0,808859	0,69221
November	0,366155	0,561381
December	0,470088	0,641057

C. Denormalisasi Data

Langkah selanjutnya adalah melakukan denormalisasi terhadap data prediksi yang diperoleh dari proses pengujian pada masing-masing stasiun. Denormalisasi mencoba mengembalikan nilai

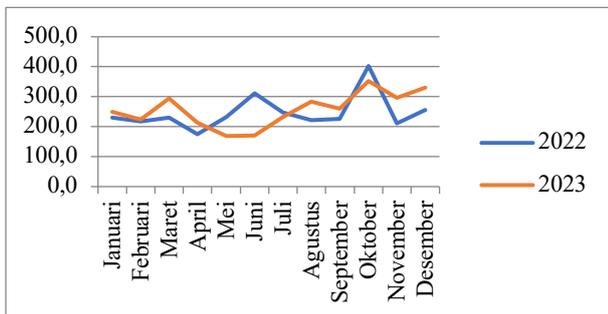
sebenarnya yk. Prosedur denormalisasi dijelaskan pada formula (1)

$$x = \frac{(\text{max value} - \text{min value})(x' - 0,1)}{0,8} + \text{min value} \quad (1)$$

Tabel 2. Hasil Denormalisasi Prediksi Curah Hujan Provinsi Sumatera Utara

Month	Year	
	2022	2023
January	230,5	249,5
February	218,2	222,8
March	229,2	293,2
April	174,9	212,5
May	231,8	168,8
June	311,4	170,9
July	247,5	231,3
August	222,4	284,2
September	226,8	259,0
October	402,5	352,1
November	211,5	295,7
December	256,3	330,1

Tabel 2 Menunjukkan trend curah hujan di Sumatera Utara tahun 2022, dengan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Oktober sebesar 402,5 mm, dan curah hujan terendah terjadi pada bulan April sebesar 174,9 mm. Pada tahun 2023, curah hujan tertinggi adalah 352,1 mm pada bulan Oktober, dan tidak ada curah hujan yang masuk kategori terendah, namun terjadi curah hujan sedang sebesar 168,8 mm pada bulan Mei. Grafik dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Trend Curah Hujan Provinsi Sumatera Utara

D. Evaluasi

Proses pelatihan dan pengujian selesai dengan sukses. Eksperimen dalam proses pelatihan model arsitektur dengan 3,4, dan 5 lapisan tersembunyi di setiap stasiun dapat berguna dalam memprediksi jaringan syaraf tiruan. percobaan 5 lapisan tersembunyi menghasilkan hasil pelatihan yang baik. Hal ini dibanding dengan penelitian oleh [15], yang mencoba menyembunyikan jumlah yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa memiliki

neuron lapisan tersembunyi yang terlalu sedikit adalah buruk karena dapat memperlambat proses pembelajaran, sehingga semakin banyak lapisan tersembunyi, semakin baik proses pembelajaran dan semakin rendah nilai MSE-nya. Eksperimen juga dilakukan untuk menguji pengaruh nilai learning rate pada setiap hidden layer. Eksperimen dilakukan dengan nilai mulai dari 0,1 hingga 0,9, serta studi [15] dan [14].

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model dapat memprediksi data curah hujan walaupun tidak sama persis. Namun, model dapat bereaksi ketika data berfluktuasi. Dengan menggunakan data curah hujan tahun 2020 sampai dengan tahun 2021 diperoleh nilai MSE sebesar 0,047, dan nilai kuadrat MSE sebesar 0,022. Pada data tahun 2021-2022 untuk prediksi tahun 2023 diperoleh nilai MSE sebesar 0,0022 dengan MSE sebesar 0,00049.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan berbagai macam tahapan-tahapan erikut kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perancangan jaringan syaraf tiruan Backpropagation dalam memprediksi data curah hujan di Provinsi Sumatera Utara:

- a. Berdasarkan hasil percobaan, nilai learning rate optimal adalah 0,1 dengan rentang 0,1-0,9. Jumlah optimal lapisan tersembunyi (5 tersembunyi) menghasilkan jumlah node lapisan tersembunyi yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa memiliki terlalu sedikit neuron lapisan tersembunyi adalah buruk karena dapat memperlambat proses pembelajaran, yang berarti semakin banyak lapisan tersembunyi, semakin baik proses pembelajaran dan semakin rendah nilai MSE. Hasil percobaan menunjukkan bahwa semakin besar epoch yang ditentukan maka semakin kecil nilai error yang dihasilkan.
- b. Hasil prediksi curah hujan diperoleh di enam stasiun di Provinsi Sumatera Utara: Stasiun Meteorologi Sibolga, Stasiun Meteorologi Aek Godang, Stasiun Meteorologi Silangit, Pusat Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah I Medan, Stasiun Klimatologi Deli Serdang, dan Stasiun Meteorologi Binaka. Berdasarkan hasil prediksi 6 stasiun, Provinsi Sumatera Utara memiliki curah hujan tertinggi pada tahun 2022 terjadi pada bulan Oktober sebesar 349,4 mm, sedangkan curah hujan pada kategori rendah tidak ada, namun curah hujan terkecil pada kategori sedang terjadi pada bulan Maret sebanyak 162,5 mm. Pada tahun 2023 curah hujan tertinggi sebesar 371,6 mm pada bulan November, sedangkan curah hujan terkecil untuk kategori rendah sebesar 171,4 mm pada bulan Mei untuk kategori sedang.

REFERENSI

- [1] R. Rahmad, S. Suib, and A. Nurman, "Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor Di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara," *Maj. Geogr. Indones.*, vol. 32, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.22146/mgi.31882.
- [2] B. Prasetyo, H. Irwandi, and N. Pusparini, "Karakteristik Curah Hujan Berdasarkan Ragam Topografi Di Sumatera Utara," *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 19, no. 1, p. 11, 2018, doi: 10.29122/jstm.c.v19i1.2787.
- [3] I. Gustari, "Pantai Barat Sumatera Bagian Utara," *J. Meteorol. Dan Geofis.*, pp. 29–38, 2007.
- [4] A. Halawa, M. Fitra, P. Mutiara, and L. M. Panjaitan, "Pengukuran Geolistrik Resistivitas Untuk Menginterpretasi Susunan Batuan Bawah Permukaan Di Desa Bandar Baru, Kecamatan Sibolangit," *J. Darma Agung*, vol. 30, pp. 1100–1109, 2022.
- [5] A. Safril and R. H. Virgianto, "Studi Potensi Variabel Angin Zonal Sebagai Prediktor Untuk Wilayah Benua Maritim (Studi Kasus Sumatera)," *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, vol. 5, no. 1, pp. 26–39, 2019, doi: 10.36754/jmkg.v5i1.65.
- [6] P. N. L. Raja and S. Sinurat, "Implementasi Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Penjualan Furniture Pada Pt . Indah Jaya Medan," vol. 13, pp. 146–151, 2018.
- [7] D. Ruswanti, "Pengukuran Performa Support Vector Machine Dan Neural Netwok Dalam," *Gaung Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 66–75, 2020.
- [8] W. R. A. Situmorang and M. Jannah, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Memprediksi Hasil Panen Padi Pada Desa Pagar Jati Dengan Metode Backpropagation," *J. Ilmu Komput. dan ...*, vol. 3, no. 3, pp. 167–175, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jikom/article/view/108>.
- [9] E. Asynari, D. Wahyudi, and Q. Aeni, "Analisis Peramalan Permintaan Pada Geprek Benu Menggunakan Metode Time Series," *Teknol. Dan Sistem Inf.*, vol. 4, no. 3, pp. 215–220, 2020.
- [10] S. F. Crone, M. Hibon, and K. Nikolopoulos, "Advances in forecasting with neural networks? Empirical evidence from the NN3 competition on time series prediction," *Int. J. Forecast.*, vol. 27, no. 3, pp. 635–660, 2011, doi: 10.1016/j.ijforecast.2011.04.001.
- [11] N. Syamsiah Oktaviani and I. Purwandani, "Penerapan Neural Network Untuk Peramalan Data Time Series Univariate Jumlah Wisatawan Mancanegara," *J. Mantik Penusa*, vol. 3, no. 3, pp. 100–106, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.pelitanusantara.ac.id/index.php/mantik/article/view/675>.
- [12] F. A. D. Aji Prasetya Wibawa, Muhammad Guntur Aji Purnama, Muhammad Fathony Akbar, "Metode-metode Klasifikasi," *Pros. Semin. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, p. 134, 2018.
- [13] I. Loelianto, M. S. S. Thayf, and H. Angriani, "Implementasi Teori Naive Bayes Dalam Klasifikasi Calon Mahasiswa Baru Stmik Kharisma Makassar," *SINTECH (Science Inf. Technol. J.)*, vol. 3, no. 2, pp. 110–117, 2020, doi: 10.31598/sintechjournal.v3i2.651.