

PENERAPAN METODE *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* (LVQ) UNTUK MENENTUKAN IRIGASI LAHAN PERTANIAN DI DESA PENGGARUTAN

M. Fadli Maslahul Ifan¹, Rito Cipta Sigitta Hariyono², Nurul
Mega Saraswati³

¹Program Studi Informatika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Peradaban,

²Program Studi Informatika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Peradaban,

³Program Studi Informatika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Peradaban,

¹Fadlimaslahul80@gmail.com, ²ritocipta@peradaban.ac.id, ³nurulmega@peradaban.ac.id

Jl. Raya Pagojengan KM. 03 Paguyangan Brebes

Abstrak

Kata Kunci:

*Learning Vector
Quantization
(LVQ),
QuantumGIS,
Python.*

Perkembangan teknologi pada zaman sekarang semakin berkembang tak terkecuali yang dirasakan pada bidang pertanian, di Desa Penggarutan Kecamatan Bumiayu merupakan wilayah yang ada di daerah Kabupaten Brebes yang sebagai besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani disawah. Luas Wilayah yang ada di desa Penggarutan ± 239,70 ha, luas pemukiman ± 47,950 ha, luas persawahan ± 141,623 ha. (Sumber : Kantor Kepala Desa Penggarutan). Di Desa Penggarutan pola pengairan irigasi yang dilakukan oleh para petani biasanya panen 3 kali setiap tahunnya. Air merupakan hal yang sangat diperlukan dalam proses pengolahan lahan pesawahan karena jika airnya kurang maka akan terjadi gagal panen, oleh sabab itu dalam penulisan ini untuk mencari pola jalur irigasi yang cocok untuk mengairi area pesawahan yang ada di desa Penggarutan dengan menerapkan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) sebagai algoritma untuk mengklasifikasikan jalur irigasinya. Data - data yang dijadikan sebagai sampel penelitian ini sebanyak 62 data sempel / petak sawah dan atribut yang terdiri dari luas lahan, jarak jalur irigasi, kualitas padi yang didapatkan dan hasil panen selama satu tahun terahir. Bahas Pemograman yang digunakan dalam penulisan ini adalah menggunakan bahasa *Python*. Hasil akurasi dari penelitian ini menghasilkan akurasi sebanyak 76%.

Abstract

Abstract:

*Learning Vector
Quantization (LVQ),
QuantumGIS,
Python.*

The development of technology today is increasingly developing, including in the agricultural sector, in Penggarutan Village, Bumiayu District, an area in the Brebes Regency, where most of the population works as farmers in the fields. The area in Penggarutan village is ± 239.70 ha, residential area is ± 47.950 ha, rice field area is ± 141.623 ha. (Source: Penggarutan Village Head Office). In Penggarutan Village, the irrigation pattern carried out by farmers usually haroests 3 times per year. Water is indispensable in the process of cultivating paddy fields because if the water is not enough there will be crop failure, by the Sabab, in this paper, we are looking for a suitable irrigation route pattern to irrigate the rice fields in Penggarutan village by applying the Learning Vector Quantization algorithm (LVQ) as an algorithm for classifying its irrigation paths. The

data used as samples of this study were 62 samples of rice fields and attributes consisting of land area, distance of irrigation paths, quality of rice obtained and crop yields during the last year. The programming language used in this paper is to use the Python language. The accuracy of this research results in an accuracy of 76%.

Pendahuluan

Desa Penggarutan Kecamatan Bumiayu merupakan wilayah yang ada di Kabupaten Brebes dan penduduknya rata – rata bekerja sebagai petani di sawah atau di ladan. Luas wilayah yang ada di desa Penggarutan ± 239,70 ha, luas pemukiman ± 47,950 ha, luas area persawahan ± 141,623 ha.(Sumber : Kantor Kepala Desa Penggarutan). Di Desa Penggarutan biasanya para petani melakukan proses panen setiap tahunnya sebanyak 3 kali per tahun. Disetiap lahan persawahan pada musim kemarau terjadi kekeringan air, padahal dalam tahap pengolahannya para petani membutuhkan air yang cukup agar padi tumbuh dan tidak gagal panen. Selain itu pada musim penghujan area persawahan petani mengalami amblas dan area persawahan kelebihan debit air yang akibatnya padi yang ada akan terendam dan terjadi gagal panen. Bahkan sering terjadinya keributan antar petani karena saling berebut air untuk mengairi sawahnya masing – masing. Penggunaan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) pada penelitian ini sebagai metode untuk mengklasifikasikan jalur irigasi air untuk lahan pertanian, klasifikasi yang digunakan adalah luas lahan persawahan, jarak dari jalur irigasi lahan pertanian, kualitas padi yang dihasilkan saat panen dan pendapatan padi rata – rata perpanen. Klasifikasi ini berguna untuk memetakan dan untuk mengetahui bagaimana pola jalur irigasi yang baik untuk petani apakah yang dekat dengan jalur irigasi ataukah yang jauh dengan jalur irigasi dengan sawah petani.

Landasan Teori

a. Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah mekanisme dari pola komputasi yang diserap dari pemahaman mengenai unit syaraf biologis otak manusia yang diilustrasikan sebagai pola matematis dan sebagai fungsi *non linear*, pengelompokan data *cluster* dan *regresi non-parametrik* atau replikasi dari model jaringan syaraf biologis

b. *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Learning Vector Quantization (LVQ) adalah suatu model pelatihan yang digunakan sebagai proses pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi (*supervised learning*) dengan arsitekturnya berlayer tunggal (*single layer*). Kelas yang akan dihasilkan dari lapisan kompetitif ini tergantung pada jarak vektor penginputannya. Misalkan terdapat dua vektor input yang hampir sama, maka lapisan kompetitif akan berada pada kedua vektor input pada kelas yang sama. LVQ adalah model klasifikasi dengan masing - masing keluarannya mewakili suatu kelas tertentu. Keunggulan model ini adalah kemampuan dalam memberikan pelatihan terhadap lapisan - lapisan kompetitif sehingga secara otomatis bisa mengidentifikasi vektor *input* yang diberikan. Langkah - langkah pelatihan algoritma LVQ terdiri atas :

1. Identifikasi bobot awal (W) dan parameter LVQ, yaitu *maxEpoch*, α , *deca* dan *mina*.
2. Masukkan data *input* (X) dan kelas target (T).
3. Tetapkan kondisi awal: *epoch* = 0
4. Kerjakan jika: (*epoch* < *maxEpoch*) dan ($\alpha \geq \text{mina}$).
 - a. Tentukan J hingga $\sum (W_{ij} - x_i)^2$ minimal menggunakan perhitungan rumus jarak *euclidian*

$$D(j) = \sum (W_{ij} - x_i)^2 \quad (1)$$
 - b. Perbaiki W_j dengan ketentuan :
 - Jika $T = C_j$ maka $W_j(t + 1) = w_j(t) + \alpha(t) [x(t) - w_j]$ (2)
 - Jika $T \neq C_j$ maka $W_j(t + 1) = w_j(t) - \alpha(t)[x(t) - w_j(t)]$ (3)
 - c. Kurangi nilai α dengan $\alpha = \alpha - \alpha * \text{Deca}$ (3)

5. Tes kondisi berhenti dengan *output* berupa bobot optimal

c. Irigasi

Irigasi merupakan upaya dalam pengadaan, penataan, dan pembuangan air irigasi yang dilakukan dalam membantu sektor pertanian. Jenis – jenis dari irigasi adalah irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Irigasi dalam artian secara luas diartikan sebagai memanfaatkan air yang ada dalam tanah sebagai kebutuhan penyediaan luas tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Pendistribusian air irigasi bisa dilakukan dalam beberapa cara sebagai berikut:

1. Penggenangan (*flooding*)
2. Menggunakan alur, besar atau kecil;
3. Mnggunakan air di bawah permukaan tanah melalui sub irigasi, sehingga menyebabkan permukaan air tanah naik
4. Penyiraman (*sprinkling*)
5. Sistem curahan

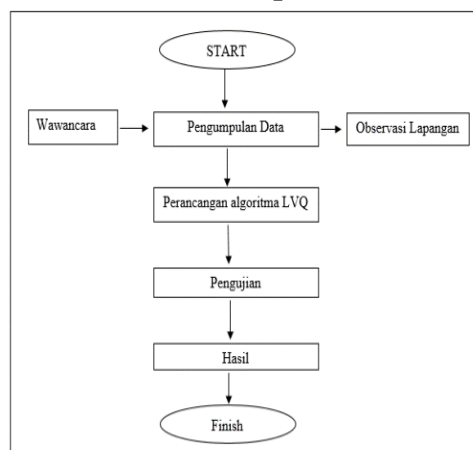
d. Python

Python dibesarkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990 di CWI, Amsterdam sebagai kontinuitas dari bahasa pemograman ABC. Versi terakhir yang diciptakan CWI adalah 1.2. Tahun 1995, Guido beralih ke CNRI dengan meneruskan kelanjutan pengembangan *Python*. Versi terakhir yang dihadirkan adalah 1.6. Tahun 2000, Guido dan para pengembang inti *Python* kemudian beralih perusahaan ke *BeOpen.com* yang merupakan sebuah perusahaan komersial dan membentuk *BeOpen PythonLabs* dan kemudian mengeluarkan versi 2.0. setelah mengeluarkan versi 2.0 Guido dan beberapa anggotanya pindah ke *DigitalCreation*. *Python Software Foundation* adalah salah satu organisai *non-profit* yang didirikan untuk memegang hak cipta intelektual *Python* sejak versi 2.1 sebagai pencegahan *Python* yang diakuisasi oleh perusahaan.

e. Quantum GIS

Quantum GIS adalah sebuah perangkat lunak untuk *open source* dibawah proyek resmi dari *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) yang bisa dioperasikan dalam sistem operasi *Windows, Mac OSX, Linux* dan *Unix*. Aplikasi ini dapat digunakan dalam pengolahan data *geospacial* dengan beberapa format dan fungsionalitas vektor, *raster* dan *database*. Fungsi dari perangkat lunak *Quantum GIS* ini bisa sebagai opsi alternatif dari *software* SIG komersial seperti *ArcView, MapInfo* maupun *ArcGIS*. Sistem Informasi Geografis merupakan sistem komputer yang dirancang untuk penyimpanan dan memanipulasi informasi – informasi geografi. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan dan menganalisis objek dan fenomena dimana daerah geografi merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis.

Metode penelitian



Gambar 3. 1 Metode Penelitian

Gambar 1. Metode Penelitian

- a. Pengumpulan Data**
Tahap pengumpulan data melibatkan beberapa sumber sebagai acuan untuk mendukung proses penelitian ini untuk menghasilkan kualitas yang teruji. Acuan yang digunakan antara lain : Studi pustaka, Wawancara dan Observasi lapangan.
- b. Observasi Lapangan**
Observasi Lapangan dilakukan agar melihat secara langsung masalah yang terjadi di area persawahan dan menjadi masalah bagi petani.
- c. Wawancara**
Tahapan wawancara dilakukan untuk mencari data – data sawah para petani sebagai bahan untuk proses testing dalam perancangan program.
- d. Perancangan**
Tahapan selanjutnya adalah pengolahan data yang telah didapatkan dari petani yang meliputi luas sawah, lokasi jalur irigasi, pendapatan panen dan kualitas padi yang didapatkan.
- e. Pengujian**
Tahap pengujian dilakukan setelah data – data yang diterima kemudian di inisialisi bobot – bobotnya dan menjadikan data menjadi data biner dalam proses pengujian yang dilakukan.
- f. Hasil**
Tahapan yang terakhir adalah hasil yang akan diperoleh setelah dilakukan proses pengujian.

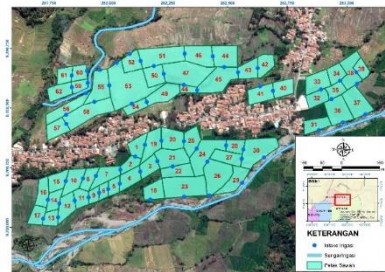
Hasil dan Pembahasan

- a. Perancangan ArcGIS**
Perancangan ArcGIS dimulai dengan pengambilan visual tempat atau lokasi yang akan dijadikan sebagai objek penelitian yaitu desa Penggarutan Kecamatan Bumiayu Kabupaten Brebes Jawa Tengah






Gambar 2. Visual

Tahap selanjutnya adalah memetakan sawah – sawah petani desa penggarutan dan jalur irigasi yang dilaluinya dengan menggunakan aplikasi QGIS



Gambar 3. Gambar peta sawah

Adapun penjelasan yang ada pada gambar yaitu :

-  = Titik dimana jalur masuknya air irigasi kesawah
-  = sungai irigasi yang digunakan sebagai distribusi air sawah
-  = Sawah / lahan pertanian.

b. Perancangan Dataset

Dataset ini didapatkan dari wawancara kepada petani yang memiliki lahan persawahan di desa Penggarutan berikut merupakan data sampelnya :

Tabel 1. Data Set

#	NO_PETAK	LUASTXT_M2	LUAS_M2	NM_PEMILIK	KELAS	RIGASI_1	KUALITAS	PANEN_TAHU
0	13	395,00	3.757,31	MARPUAH	3	DEKAT	BAIK	1 KUINTAL
1	17	675,00	4.623,48	DORIPATI	3	DEKAT	BAIK	4 KUINTAL
2	12	860,00	6.557,21	SUMYATI	3	DEKAT	BAIK	6 KUINTAL
3	11	575,00	4.320,05	TANING	3	DEKAT	BAIK	3 KUINTAL
4	14	720,00	4.357,43	SEPUL	3	JAUH	BAIK	5 KUINTAL
5	9	220,00	2.639,90	TASIM	3	JAUH	BAIK	1 KUINTAL
6	6	205,00	2.522,37	PARIYAH	3	JAUH	CUKUP	1 KUINTAL
7	18	720,00	5.932,54	WASRIPAH	3	JAUH	CUKUP	6 KUINTAL
8	16	810,00	5.583,16	SAMSUDIN	3	JAUH	CUKUP	7 KUINTAL
9	5	290,00	3.294,07	TAOJAH	3	JAUH	CUKUP	1 KUINTAL
10	15	450,00	5.493,76	RAGIM	3	JAUH	CUKUP	3 KUINTAL
11	10	1.558,00	6.832,97	MUKSONAH	2	JAUH	CUKUP	8 KUINTAL
12	8	1.000,00	4.644,00	WARYO	2	DEKAT	BAIK	8 KUINTAL
13	4	955,00	5.940,45	SYAIAN	1	DEKAT	CUKUP	8 KUINTAL
14	29	1.193,00	7.537,83	KUSNAN	2	DEKAT	BAIK	1 TON
15	22	2.116,00	6.365,41	SUKHARI	1	JAUH	BAIK	2 TON
16	26	2.294,00	12.792,90	TUMINAH	1	DEKAT	CUKUP	2 TON
17	7	1.090,00	6.690,58	A. SOBRIN	2	JAUH	CUKUP	1 TON
18	3	726,00	5.158,43	TAKWID	3	DEKAT	BAIK	6 KUINTAL
19	27	2.073,00	6.269,40	MASKURI	1	JAUH	CUKUP	2 TON
20	21	2.194,00	9.411,47	JENAB	1	JAUH	CUKUP	2 TON
21	23	2.600,00	15.224,34	IWARIAH	1	DEKAT	BAIK	2,5 TON
22	28	395,00	4.207,00	MURIAH	3	JAUH	BAIK	2 KUINTAL
23	30	2.175,00	13.226,65	NURJANAH	1	DEKAT	BAIK	2 TON
25	19	1.785,00	7.402,47	JALIL	2	JAUH	CUKUP	1,5 TON
27	20	1.610,00	7.803,06	BADILAH	2	JAUH	CUKUP	1,5 TON
28	57	825,00	5.784,25	SUKRAM	3	DEKAT	BAIK	7 KUINTAL

Data sawah yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 62 sawah yang ada di desa Penggarutan. Pendataan yang dilakukan mendapatkan hasil luas petak yang paling kecil adalah 205 m² sedangkan luas petak sawah yang paling besar adalah 3.500 m². penulis buat adalah jika luas petak sawah < 1.000 m² maka dimasukkan sebagai kelas 3, jika luas petak sawah < 2.000 m² maka dimasukkan sebagai kelas 2, kemudian jika luas petak sawah < 4.000 m² maka dimasukkan sebagai kelas 1, berikut merupakan transformasi datanya.

Tabel 2. Data sampel

LUASTXT_M2	JALUR_RIGASI	KUALITAS	PANEN	TARGET
0	1	1	0	1
0	1	1	0	1
0	1	1	0	1
0	1	1	0	1
0	0	1	0	0
0	0	1	0	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	1	1	0	0
0	1	0	0	1
1	1	1	1	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	0	1	0
1	1	1	1	1
0	0	1	0	0
1	1	1	1	1
1	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	1	1	1	1
0	1	1	1	1
1	1	1	1	1
0	0	1	0	0
1	1	1	1	0
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
0	0	0	0	0

c. Perancangan Program

Tahapan yang pertama dalam merancang *Learning Vector Quantization* (LVQ) diprogram adalah dengan memasukkan data yang telah di transformasikan kedalam bentuk .csv yang kemudian diolah dalam bahasa pemrograman Python. Setelah data transformasi berhasil diinialisasi oleh Python langkah selanjutnya adalah mencari ukuran dataset yang telah dimasukkan apakah sesuai dengan dataset yang telah dibuat atau berbeda ukuran dan jumlahnya.

Tabel 3. Data Transformasi

```
# Read Dataset
dataset = pd.read_csv('Data.csv')
dataset.head()
```

LUASTXT_M2	JALUR_RIGASI	KUALITAS	PANEN	TARGET	
0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1
2	0	1	1	0	1
3	0	1	1	0	1
4	0	0	1	0	0

Proses selanjutnya adalah memasukan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) kedalam program dengan bahasa *python*.

```
class LVQ(object):
    def __init__(self, sizeInput, sizeOutput, max_epoch, alpha=np.random.random(), threshold=np.random.random(), version='1'):
        self.sizeInput = sizeInput
        self.sizeOutput = sizeOutput
        self.max_epoch = max_epoch
        self.alpha = alpha
        self.threshold = threshold
        self.version = version
        self.weight = np.zeros((sizeOutput, sizeInput))

    def getWeight(self):
        return self.weight

    def train(self, train_data, train_target):
        weight_label, label_index = np.unique(train_target, True)
        # print(weight_label)
        # print(label_index)
        # Inisialisasi bobot
        self.weight = train_data[label_index].astype(np.float)
        # Hapus data yang digunakan untuk inisialisasi bobot
        train_data = np.delete(train_data, label_index, axis=0)
        train_target = np.delete(train_target, label_index, axis=0)

    def test(self, test_data, weight_class):
        weight, label = weight_class
        output = []
        for data in test_data:
            distance = np.sqrt(np.sum((data - self.weight) ** 2, axis=1))
            idx_min = np.argmin(distance)
            output.append(label[idx_min])

        return output
```

Gambar 4. Memasukkan Algoritma Learning Vektor Quantization

Setelah pendeklarasian algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) berhasil maka proses selanjutnya adalah melakukan uji testing dataset yang telah dibuat dengan menerapkan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk mendapatkan hasil yang akurat.

```
# Training
lvq = LVQ(sizeInput=n_input, sizeOutput=n_output, max_epoch=10, version='2')
bobot_dan_label = lvq.train(x_train, y_train)
bobot = lvq.getWeight()
print('Bobot: ', bobot)
print('Ukuran Bobot:', bobot.shape)

Bobot: [[ 0.54181335 -0.86162114 -0.88972308  0.68561042]
 [-0.66683588  1.25063038  0.86938519 -0.37260625]]
Ukuran Bobot: (2, 4)

C:\ProgramData\Anaconda3\envs\lvq\lib\site-packages\ipykernel_launcher.py:39: RuntimeWarning: divide by zero encountered in double_scalars
C:\ProgramData\Anaconda3\envs\lvq\lib\site-packages\ipykernel_launcher.py:40: RuntimeWarning: divide by zero encountered in double_scalars

# Testing
y_pred = lvq.test(x_test, bobot_dan_label)
print('Label Pred: ', y_pred)
print('Label True: ', y_test)
print('Accuracy:', accuracy_score(y_test, y_pred))

Accuracy: 0.7692307692307693
```

Gambar 5. Proses Testing

Proses testing yang kedua dengan membedakan nilai *max_epoch* dari sebelumnya 20 untuk testing yang pertama sekarang dirubah *max_epoch*nya menjadi 10, hasil akurasi untuk *max_epoch* 10 yaitu 0.769230 atau 76%, maka hasil ini berbeda dengan hasil yang dilakukan pada testing yang pertama. Karena hasil kedua lebih baik dari testing yang pertama maka penulis menyimpulkan bahwa dengan menurunkan nilai *epoch* yang digunakan dalam proses testing menghasilkan lebih baik akurasinya di bandingkan dengan memperbesar nilai *epoch* dalam proses testing.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

- a. Algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) dapat diterapkan untuk menentukan jalur irigasi lahan pertanian di Desa Penggarutan dengan proses awal yang dilakukan yaitu mencari data sampel sawah kepada para petani dan kemudian data diolah menjadi bentuk biner 1 dan 0. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 62 data sawah petani yang ada di Desa Penggarutan. Hasil testing menunjukkan bahwa irigasi *primer* lebih unggul dibandingkan dengan irigasi *tersier* yang dilakukan oleh petani
- b. Terdapat perbedaan akurasi nilai *epoch* yang dilakukan dalam proses testing, testing pertama dengan *epoch* 20 hasil akurasinya 61% sedangkan testing yang kedua dengan nilai *epoch* 10 hasil akurasinya yang berbeda dengan testing yang pertama yaitu sebesar 76%. Hasil tersebut berdasarkan data sampel dari jarak jauh dekatnya jalur irigasi dengan sawah petani, dengan nilai akurasi 76% merupakan jalur irigasi primer atau jalur irigasi secara langsung dari sungai atau dekat dengan sungai lebih baik hasil panen dibandingkan dengan jalur irigasi yang jauh dari sungai dalam hal ini ada pengairan dari sawah menuju sawah.

Saran

- a. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk menambah jumlah dataset / datasampel sebagai bahan penelitian selanjutnya.
- b. Membandingkan metode – metode algoritma yang lain sebagai perbandingan dengan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hariyanto, “Analisis Penerapan Sistem Irigasi untuk Peningkatan Hasil Pertanian di Kecamatan Cepu Kabupaten Blora,” *Rev. Ciwil Eng.*, pp. 29–34, 2018.
- [2] R. Hamidi, M. T. Furqon, and B. Rahayudi, “Implementasi *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk Klasifikasi Kualitas Air Sungai,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 12, pp. 1758–1763, 2017.
- [3] R. Meliawati, O. Soesanto, and D. Kartini, “Penerapan Metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) Pada Prediksi Jurusan Di SMA PGRI 1 Banjarbaru,” *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 04, no. 01, pp. 11–20, 2016.
- [4] M. Yanto, R. Sovia, and P. Wiyata, “Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron untuk Penentuan Pola Sistem Irigasi Lahan Pertanian di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat,” pp. 111–115, 2018.
- [5] N. Lestari and L. L. Van FC, “Implementasi jaringan syaraf tiruan untuk menilai kelayakan tugas akhir mahasiswa (studi kasus di amik bukittinggi),” *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 8, no. 1, pp. 10–24, 2017.
- [6] A. Sudarsono, “Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode,” *Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 61–69, 2016.
- [7] I. A. Yusuf, “Kajian Kriteria Mutu Air Irigasi,” *J. Irig.*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2014.
- [8] P. Studi, M. Teknik, and S. Universitas, “Evaluasi Kinerja Pemerintah Terhadap Kepuasan Petani Pada Operasi Dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Pada Daerah Irigasi Tungku Das Sungai,” *J. Spektran*, vol. 6, no. 2, pp. 133–143, 2018.
- [9] T. M. Kadarina and M. H. Ibnu Fajar, “Pengenalan Bahasa Pemrograman Python Menggunakan Aplikasi Games Untuk Siswa/I Di Wilayah Kembangan Utara,” *J. Abdi Masy.*, vol. 5, no. 1, p. 11, 2019.
- [10] Sulistiyanto, “Pemanfaatan Qgis Cloud Untuk Pemetaan Pabrik Gula Di Jawa Timur,” *Semin. Nas. Ilmu Terap. 2017*, pp. 1–4, 2017.