**ANALISIS ALGORITMA DAN STRUKTUR DATA**

**TUGAS PRA UAS**

**LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS ALGORITHM**

Dosen pengampu :

Dr. M. Faisal, M.T



Disusun oleh :

Rizqi Ari Putra

NIM. 220605210016

**MAGISTER INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

**2022**

Kata Pengantar

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kasih sayang, taufiq, serta hidayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat dengan lancar menuliskan tugas makalah ini menjadi sebuah karya tulis ilmu pengetahuan yang sangat dibutuhkan kepada kita semua semua dan juga pada diri kami pribadi. Dan juga, semoga karya ini bisa bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Sholawat ma’assalam marilah selalu kita haturkan kepada Nabi kita Baginda Rosulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kebodohan sampai berada pada zaman yang terang benderang. Semoga kita bisa mendapatkan syafaatnya kelak di hari kiamat.

Tidak lupa kami sampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. M. Faisal, M.T. Selaku dosen pengampu mata kuliah Algoritma dan Struktur Data karena memberikan banyak arahan kepada kami sehingga makalah ini bisa diselesaikan sesuai dengan apa yang diharapkan. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dan penulisan makalah ini.

Kami sangat mengharap masukkan berupa kritik dan saran sehingga makalah ini bisa lebih disempurnakan lagi dan bisa bermanfaat bagi kita semua khususnya pada penulis pribadi.

Malang, 05 Nopember 2022

Daftar Pustaka

[Kata Pengantar 1](#_Toc118665203)

[Daftar Pustaka 2](#_Toc118665204)

[BAB 1 1](#_Toc118665205)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc118665206)

[1.2 Rumusan Masalah 3](#_Toc118665207)

[1.3 Tujuan 3](#_Toc118665208)

[1.4 Manfaat 3](#_Toc118665209)

[BAB II 4](#_Toc118665210)

[2.1. Penelitian Terdahulu 4](#_Toc118665211)

[2.2. Dasar Teori 5](#_Toc118665212)

[2.2.1. *Linear Discriminant Analysis* (LDA) 5](#_Toc118665213)

[BAB III 6](#_Toc118665214)

[3.1. Tahapan Pembuatan Makalah 6](#_Toc118665215)

[3.1.1. Inisialisasi Pembuatan Makalah 6](#_Toc118665216)

[3.1.2. Pengolahan Data 6](#_Toc118665217)

[3.1.3. Implementasi Algoritma *Linear Discriminant Analysis* (LDA) 6](#_Toc118665218)

[3.1.4. Training dan Testing Data 9](#_Toc118665219)

[3.1.5. Analisa dan Kesimpulan 9](#_Toc118665220)

[3.2. Analis Data dan Perancangan Model 9](#_Toc118665221)

[3.2.1. Mengambil Data 9](#_Toc118665222)

[3.2.2. Flowchart dan Pseucode 10](#_Toc118665223)

[3.2.3. Ujicoba 11](#_Toc118665224)

[BAB IV 14](#_Toc118665225)

[4.1 Uji Coba Sensor 14](#_Toc118665226)

[4.2 Algoritma *Linear Discriminant Analysis (LDA)* 15](#_Toc118665227)

[BAB V 29](#_Toc118665228)

[DAFTAR PUSTAKA 30](#_Toc118665229)

BAB 1

**PENDAHAULUAN**

* 1. Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara beriklim tropis dengan segala kekayaan alamnya. Bahkan kekayaan dan keberagaman sumber daya alam Indonesia merupakan salah satu yang terbesar. Dengan keberagraman tersebut dapat dihasilkan komoditas pertanian yang unggul. Banyak komoditas yang unggul dihasilkan mulai dari sayur dan buah, rempah-rempah, nabati dan bahan panganan pokok seperti jagung, padi kedelai dan lain-lain.

Sebagai negara agraris, pertanian merupakan sektor utama yang menjadi tulang punggung ekonomi. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2012 menyebutkan bahwa terdapat 35.9% pekerja pada sektor pertanian dengan menyumbang setidaknya 14.7% bagi GNP Indonesia. Hal tersebut menguatkan bahwa pertanian memiliki peranan yang vital untuk Indonesia khususnya bidang Ekonomi.

Salah satu komoditas pertanian yang ada di Indoensia adalah strawberry. Strawberry mendapat perhatian pengembangannya di daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Selain memiliki nilai ekonomi, strawberry juga banyak manfaat. Adapun kandungan dari *strawberry* adalah kalori, protein, vitamin A dan C dan karbohidrat. *Strawberry* sendiri dapat dikonsumsi secara segar maupun sebagai produk olah, misal selai dan ekstrak buah.

Di Indonesia salah satu kota yang budidaya strawberry adalah kota Batu. Di kota Batu sendiri tidak sedikit para petani membudidayakan *strawberry* baik di kebun maupun di perkerangan rumah. Perawatan *strawberry* cukup rumit karena memerlukan udara dan suhu yang dingin dan sejuk. Dalam hal penyiraman *strawberry* tidak bisa sembarangan karena *strawberry* tidak suka tanah yang becek dan kering. Sehingga hal tersebut harus diperhatikan oleh petani. Pada umumnya petani harus melihat tanah secara langsung dengan tangan untuk memastikan apakah tanahnya sudah sesuai apa belum sebelum menyirami. Tentunya hal tersebut menjadi masalah yang sangat merepotkan petani karena harus melakukan pemantauan kondisi tanah dan melakukan penyiraman untuk mengontrol keadaan tanah. Hal tersebut menunjukkan bahwa petani belum mampu memanfaat sumber daya dan teknologi secara maksimal dalam proses bertani

Dengan pesatnya teknologi di segala bidang dan sektor salah satunya adalah teknologi otomasi pada sektor pertanian. Dengan adanya teknologi otomasi akan mempermudah petani dalam kegiatan bertani. Dengan adanya teknologi otomasi selain mempermudah kegiatan Bertani juga dapat mengurangi jumlah tenga manusia yang dibutuhkan (*labor*) mulai dari proses menanam, menyiram, memupuk, perawatan hingga panen maupun pengolahan hingga menjadi produk jadi. Untuk membangun sebuah sistem otomatis dibutuhkan berbagai keilmuan seperti sistem kontrol dan mekatronika, embedded sistem hingga *machine learning*.

Mesin yang belajar atau keren disebut *machine learning* merupakan bagian dari *artificial intelligence* atau kecerdasan buatan. *Machine learning* berfokus pada pengembangan suatu sistem yang dapat berkembang atau belajar dengan sendirinya tanpa harus di program atau dikontrol oelh manusia. *Machine learning* dalam perancangannya memerlukan *data training* untuk pembelajaran sebelum mengahsilkan keputusan atau *output*.

Salah satu metode atau algoritma yang dapat digunakan adalah *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Algoritma tersebut dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi jenis tanah sehingga bisa dilakukan kontrol penyiraman otomatis. Adapun data yang kondisi tanah yang diklasifikasi adalah dengan parameter kelembaban udara dan suhu beserta dengan kondisi label tanah yang sebelumnya sudah dikumpulkan.

Dari paparan dan masalah yang sudah disebutkan, peneliti memiliki ide untuk mengatasi permasalahan petani tentang klasifikasi kondisi tanah unutk penyiraman tanaman secara otomatis dengan mengimplementasikan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Untuk melakukan penyiraman secara otomatis ada dua parameter yang dibutuhkan, yaitu kelembaban tanah dan suhu. Dari dua parameter tersebut akan diklasifikasikan dengan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) mengidentifikasi apakah tanah dalam keadaan kering maupun basah. Dari data klasifikasi sistem akan menentukan seberapa banyak volume air yang diperlukan untuk melakukan penyiraman. Data kelembapan dan suhu juga akan disimpan di *server* sebagai data *training* dan akan ditampilkan sehingga dapat dilakukan *monitoring* oleh petani.

* 1. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penulisan ini adalah bagaimana cara implementasi algoritma *Linear Discriminant Analysis* (LDA) untuk menentukan jenis tanah berdasarkan kelembaban dan suhu.

* 1. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah unutk membangun sistem penyiraman otomatis menggunakan algoritma *Linear Discriminant Analysis* (LDA).

* 1. Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan makalah ini secara teoritis adalah untuk mengaplikasikan teori dan praktikum algoritma pemrograman, struktur data dan kecerdasan buatan. Secara praktis manfaat dari penulisan makalah ini untuk membantu petani melakukan penyiraman tanaman secara otomatis.

BAB II

**PENELITIAN TERDAHULU DAN DASAR TEORI**

1. Penelitian Terdahulu

A.Neelima dkk pada tahun 2018 melakukan penelitian mengenai sistem penyiraman otomatis berbasis *internet of Things* menggunakan sensor otomatis. Pada penelitian tersebut digunakan sensor kelembaban tanah/ soil moisture dan arduino sebagai pengendali. Untuk terkoneksi ke internet dan mengirimkan data digunakan *module* wifi. Data pembacaan sensor tersebut dikirim ke platform thingspeak. Proses otomasi penyiraman diproses oleh Arduino kemudian status penyiraman dikirimkan ke platform thingspeak. Kelemahan pada sistem yang dikembangkan ini adalah otomasi belum melibatkan proses kecerdasan di dalamnya.

Pavankumar Naik dkk pada tahun 2018 melakukan penelitian mengenai irigasi otomatis berbasis internet of things menggunakan Arduino Yun sebagai pengendali. Penelitian tersebut menggunakan sensor kelembaban udara/ air moisture, sensor suhu/ temperature sensor dan sensor kelembaban tanah/ saoil moisture sensor. Hasil pembacaan sensor tersebut dikirim dan disimpan ke Thingspeak Cloud Server. Unutk menampilkan data dari sensor digunakan aplikasi yang berjalan apada perangkat android. Aplikasi tersebut menampilkan status suhu, kelembaban udara dan tanah juga menampilkan status pompa air. Penyiraman masih bersifat statis diaman penyiraman dilakuakn jika kelembaban di bawah 30%.

Srishi Rawal pada tahun 2017 membangun sietem irigasi otomatis berbasis *internet of things.* penelitian tersebut menggunakan Arduino UNO sebagai basisnya. Mikrokontroller Arduino tersebut menggunakan modul GSM/GPRS SIM900A untuk dapat terhubung dengan internet. Untuk melakukan irigasi otomatis digunakan sensor kelembaban tanah/ soil moisture. Hasil pembacaan sensor tersebut dikirimkan ke Thingspeak Cloud Server untuk disimpan dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Penelitian tersebut juga menyediakan interface web untuk memantau status penyiraman dan sensor. Penyiraman akan dilakukan jika kelembaban tanah berada pada level 79% dan berhenti melakukan penyiraman pada 100%.

Pada penelitian ini peneliti akan mengimplementasikan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) untuk klasifikasi jenis tanah. Dengan menerapkan metode tersebut diharapkan dapat melakukan penyiraman tanpa khawatir tumbuhan kelebihan atau kekurangan air.

1. Dasar Teori
2. *Linear Discriminant Analysis* (LDA)

*Linear Discriminant Analysis* (LDA) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengolahan citra/ image processing, machine learning, hingga pengolahan data. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Ronald A Fisher pada tahun 1936 dalam publikasinya yang berjudul *“The Use Of Multiple Measure in Taxonomic Problem”*

Cara kerja metode ini adalah dengan mencari bobot setiap kelas. Kelompok. Metode ini pertama-tama melakukan pemisahan data berdasarkan kelasnya. Metode ini mengansumsikan matrix covariant dalam kelas yang sama. Hasil akhir dari metode ini adalah mendapatkan fungsi *discriminant* yang dapat digunakan unutk melakukan pengelompokan atau klasifikasi ke dalam suatu kelas. Secara umum model persamaan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) adalah

Dimana:

BAB III

**METODOLOGI**

1. Tahapan Pembuatan Makalah
2. Inisialisasi Pembuatan Makalah

Tahap ini merupakan tahap awal penulisan makalah. Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah, menccari studi kasus, latar belakang serta pengumpulan data. Pada tahap ini dilakukan juga studi literatur mengenai penelitian terdahulu serta literatur yang sesuai dengan topik yang diangkat pada makalah ini. Identifikasi masalah dilakukan dengan mencari permasalah yang dialami oleh petani dalam perawatan tanaman khususnya penyiraman. Setelah masalah ditemukan Langkah selanjutnya adalah melakukan studi mengenai Algoritma *Linear Discriminant Analysis* (LDA) untuk mengatasi masalah yang dihadapi oleh petani dari berbagai sumber baik buku, jurnal maupun buku.

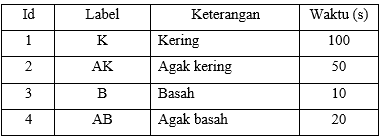
1. Pengolahan Data

Tahap selanjutanya yang dilakukan adalah pengumpulan data. Pada penulisan makalah ini data yang digunakan adalah data hasil penelitian Skripsi S1 penulis dengan judul IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN K-NEAREST NEIGHBOUR pada tahun 2019 silam. Adapun data yang dimaksud adalah data kondisi tanah, kelembaban dan suhu yang diambil langsung oleh penulis menggunakan sensor kelembaban dan suhu yang dihubungkan dengan mikrokontroller NodeMCU ESp8266.

1. Implementasi Algoritma *Linear Discriminant Analysis* (LDA)

Implementasi model Algoritma Linear Discriminant Analysis (LDA) menggunakan bahasa pemrograman python dengan mengambil data yang sudah disimpan dalam database. Adapun Langkah-langkah implementasinya adalah sebagai berikut.

Pertama-tama dilakukan labeling data kondisi tanah, pada penelitian ini kondisi tanah (y) dibagi menjadi empat kelas, yaitu Basah (B), Agak basah (AB), Kering (K) dan Agak Kering (K). Untuk mempermudah pelabelan kondisi tanah digunakan numerik sebagi berikut:



Dataset yang dibuat memiliki dua fitur, yaitu kelembaban (x1) dan suhu (x2). Selanjutnya dataset dilakukan pemisahan kelas kelembaban (x1) dan suhu (x2). Kemudian setiap kelas dilakuakn perhitungan rata-rata dengan persamaan berikut:

Setelah itu dilakukn perhitungan rata-rata global fitur dengan persamaan berikut:

Setelah itu dilakukan perhitungan nilai Mean Corrected setiap kelas dengan persamaan berikut:

Kemudian dilakukan perhitungan Covariant setiap kelas dengan persamaan berikut:

Kemudian lakukan perhitungan nilai Matrix Covariant Global denagn persamaan:

Kemudian dilakukan inversi Matrix Covariant Global dengan persamaan berikut:

Kemudian lakukan perhitungan probabilitas prior setiap kelas dengan persamaan:

Langkah terakhir adalah melakukan perhitungan fungsi diskriminan setiap kelas dengan persamaan:

1. Training dan Testing Data

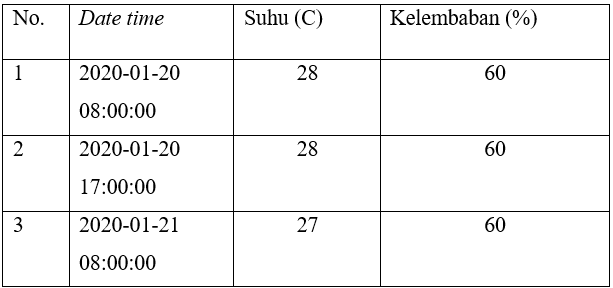
Dari dataset yang didapatkan, yaitu 145 buah data kondisi tanah dengan hubungan kelembaban suhu dibagi menjadi 60:40. Sehingga didapatkan 87 data latih/ training dan 58 data test.

1. Analisa dan Kesimpulan

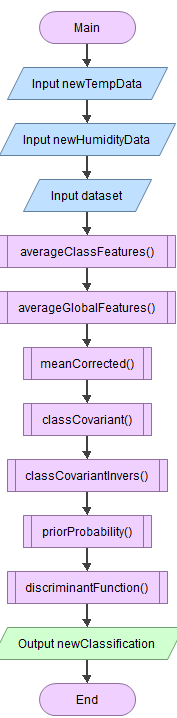
Setelah dilakukan kalasfikasi dilakukan analisa terhadap hasil yang didapat dilakukan pengujian kaurasi dengan Confusion matrix.

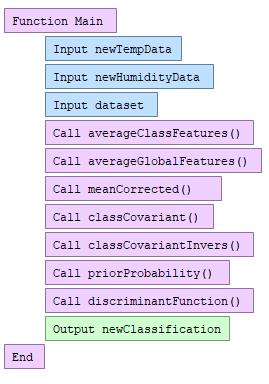
1. Analis Data dan Perancangan Model
2. Mengambil Data

Data diambil oleh sensor kelembaban dan suhu yang kemudian di proses oleh mikrokontroller NodeMCU ESP8266. Sensor suhu mengambil data suhu dalam satuan celcius kemudian dikirm ke server untuk disimpan ke dalam database. Sedangkan sensor suhu membaca kondisi kelembaban dalam persentase kadar air dimana semakin tinggi kadar airnya maka artinya dalah semkin lembab dan sebaliknya. Pembacaan data sensor dilakukan secara real-time. Kemudian pembacaan data ini dikirimkan oleh NodeMCU ke server. Adapun contoh data yang dikirimkan ke server ditunjukkan pada



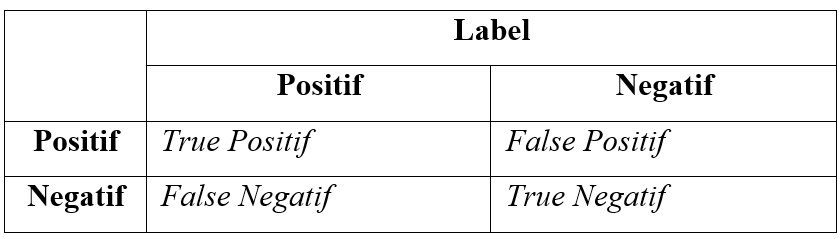
1. Flowchart dan Pseucode





1. Ujicoba

Confussion matrix digunakan unutk melakukan evaluasi metode penelitian yang digunakan.Confussion matrix melakukan pemetaan kinerja ke dalam bentuk tabulasi. Dengan Confussion matrix dapat ditunjukkan hubungan antara benar tidaknya sebuah data dikategorikan. (Prakasa & Lhaksamana, 2018) Adapun tabel yang digunakan dalam metode evaluasi confusion matrix pada 2 *class* adalah sebagaimana ditunjukan pada table berikut.



Dari tabel di atas bias dilihat bahwa *confusion matrix* terdiri dari *True positive (TP), False Positive (FP), False Negative (FN),* dan *True Negative (TN)*. *True positive* merepresentasikan data yang berada pada kelas positif yang msmpu diprediksi secara benar oleh algoritma. *False Positive* merepresentasikan data yang seharusnya berada pada kelas positif namun diprediksi menjadi kelas negatif oleh algoritma*. False Negative* merupakan data yang seharusnya berada di kelas negatif diprediksi menjadi kelas positif oleh algoritma. *True Negative* merupakan data yang berada pada kelas negatif dan diprediksi secara benar oleh algoritma (Prakasa & Lhaksamana, 2018). Berdasarkan *confusion matrix,* dapat diketahui berbagai parameter pengukuran kinerja algoritma, yaitu presisi, *recall*, fl-measure, dan akurasi.

Presisi sendiri adalah sebuah parameter yang digunakan untuk mengukur ketepatan dari suatu metode. Sebagai contoh untuk menghitung niali *precision* metode dalam memprediksi data berlabel positif, *precision* dihitung berdasarkan perbandingan jumlah data berlabel positif yang diprediksi secara benar oleh metode dengan jumlah data yang diprediksi memiliki label positif oleh algoritma (Prakasa & Lhaksamana, 2018).

*Recall* merupakan parameter untuk mengukur kelengkapan sebuah algoritma. Misalkan untuk menghitung *recall* algoritma dalam memprediksi data berlabel positif, *recall* dihitung berdasarkan rasio jumlah data berlabel positif yang diprediksi secara benar oleh algoritma dengan jumlah semua data yang berlabel positif pada *dataset* (Prakasa & Lhaksamana, 2018).

F-measure merupakan rata-rata harmonik dari presisi dan *recall*. Nilai tertinggi adalah 1 dan nilai terendah adalah 0 (Prakasa & Lhaksamana, 2018).

BAB IV

**IMPLEMENTASI HASIL**

1. Uji Coba Sensor

Uji coba sensor dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor atau rata-rata error yang terjadi saat pembacaan. Dengan data error yang didapatkan dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan kalibrasi. Untuk melihat tingkat error digunakan alat ukur standar sebagai acuan yang dibandingkan dengan hasil pembacaan sensor di waktu yang sama. Unutk membandingkan sensor suhu digunankan termoter dan unutk membandigkan sensor kelembaban tanah digunakan hygrometer.

Berikut hasil perbandingan pembacaan sensor suhu dengan thermometer

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pengujian** | **BME-280 (oC)** | **Thermometer (oC)** | **Selisih** | **Error (%)** |
| 1 | 26,58 | 28,18 | 1,60 | 5,68 |
| 2 | 26,59 | 27,76 | 1,17 | 4,22 |
| 3 | 26,61 | 27,72 | 1,11 | 4,02 |
| 4 | 26,61 | 27,73 | 1,12 | 4,02 |
| 5 | 26,6 | 27,14 | 0,54 | 1,98 |
| 6 | 26,64 | 26,77 | 0,13 | 0,49 |
| 7 | 26,68 | 27,92 | 1,24 | 4,43 |
| 8 | 26,68 | 28,59 | 1,91 | 6,67 |
| 9 | 26,69 | 28,22 | 1,53 | 5,41 |
| 10 | 26,7 | 27,03 | 0,33 | 1,23 |
| 11 | 26,73 | 27,30 | 0,57 | 2,08 |
| 12 | 26,74 | 27,52 | 0,78 | 2,82 |
| 13 | 26,76 | 28,29 | 1,53 | 5,42 |
| 14 | 26,77 | 28,48 | 1,71 | 6,00 |
| 15 | 26,75 | 28,17 | 1,42 | 5,05 |
| **Rata-rata Error** | | | | **3,97** |

Selanjutnya adalah sensor soil moisture. Sensor ini berbentuk probe dan ditancapkan ke tanah. Sensor ini membaca banyaknya kandungan air pada sebuah media tanah. Untuk melakukan ujicoba digunakan digital higrometer.

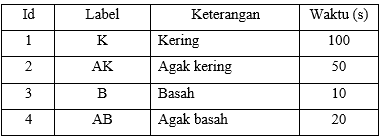
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pengujian** | **Sensor (%)** | **Higrometer (%)** | **Selisih** | **Error** |
| 1 | 48 | 48,88 | 0,88 | 1,80 |
| 2 | 48,09 | 48,97 | 0,88 | 1,80 |
| 3 | 49,07 | 48,97 | 0,10 | 0,20 |
| 4 | 48 | 50,24 | 2,24 | 4,46 |
| 5 | 48,29 | 50,44 | 2,15 | 4,26 |
| 6 | 48,09 | 50,93 | 2,84 | 5,58 |
| 7 | 48,29 | 50,93 | 2,64 | 5,18 |
| 8 | 48,39 | 49,07 | 0,68 | 1,39 |
| 9 | 48,09 | 50,93 | 2,84 | 5,58 |
| 10 | 48,39 | 49,36 | 0,97 | 1,97 |
| 11 | 47,41 | 48,58 | 1,17 | 2,41 |
| 12 | 46,73 | 49,46 | 2,73 | 5,52 |
| 13 | 49,27 | 51,32 | 2,05 | 3,99 |
| 14 | 47,12 | 49,56 | 2,44 | 4,92 |
| 15 | 49,95 | 48,88 | 1,07 | 2,19 |
| **Rata-rata Error** | | | | **3,42** |

Kalibrasi sensor bisa dilakukan dengan menjumlahkan rerata error dengan hasil pembacaan sensor karena hasil pembacaan sensor relatif lebih rendah daripada suhu sebenarnya. Adapun persamaannya bisa ditulis sebagaimana:

1. Algoritma *Linear Discriminant Analysis (LDA)*

Algoritma L*inear Discriminant Analysis (LDA)* pada penelitian ini digunakan untuk melakukan klasifikasi kondisi tanah berdasrkan data kelembaban tanah dan suhu. Data suhu dan kelembaban tanah diambil menggunakan sensor mulai tanggal 9 April – 15 April 2020. Pengambilan data sensor dilakukan setiap satu jam sekali mulai pukul 05.00 – 20.00 WIB, sehingga dalam satu hari mendapatkan 16 data sensor untuk diklasifikasikan, sehingga dalam satu Minggu (7 hari) akan didapatkan 112 data klasifikasi.

Adapun tahapan awal yang dilakukan dalam melakukan proses klasifikasi dengan metode L*inear Discriminant Analysis (LDA)* ini adalah dengan menentukan label kelas klasifikasi. Pada penelitian ini digunakan empat kelas label dalam mengklasifikasikan kondisi tanah. Pada kelas label ini juga akan ditentukan durasi waktu penyiraman yang dibutuhkan dalam waktu detik. Adapun kelas label yang ditentukan sebagaimana tabel:



Kelas label pada table di atas ditentukan dengan melihat kondisi kelembaban tanah di tempat penelitian yaitu di Dsn Karangbesuki – Kec. Sukun - Malang. Dari observasi yang telah dilakukan oleh penulis ditemukan bahwa kelembaban tanah terendah adalah 36% dan kelembaban tertinggi 61% dengan 2 kali penyiraman pada pukul 07.00 dan 17.00 WIB.

Sedangkan indeks rata-rata keseragaman irigasi yang dibutuhkan untuk *strawberry* sendiri adalah sekitar 49% (El-Farhan & Pritts, 1997). Dari data tersebut kemudian ditentukan label klasifikasi dengan *range* kelembaban masing-masing dengan batas tengahnya adalah 50%. Adapun pembagian labelnya adalah, label K menyimbolkan keadaan tanah dengan kelembaban tanah **<**30%. Label AK menyimbolkan kelembaban tanah >30% dan <50%. Sedangkan Label AB menyimbolkan kondisi tanah dengan kelembaban >50% dan <60%. Label B menyimbolkan kondisi tanah dengan kelembaban >60%.

Sedangkan untuk menentukan lamanya waktu penyiraman dilihat berdasarkan data uji coba water pump/ pompa air yang penulis gunakan. Pada pengamatan penulis didapatkan bahwa untuk menaikkan kelembaban tanah sebanyak 5 hingga 7% dibutuhkan volume air kurang lebih 200cc. Sedangkan pompa air yang penulis gunakan mampu menyalurkan volume air sebanyak 200cc per 22,64 detik. Dengan demikian jika kita ingin meningkatkan tanah dengan kelembaban 30% menjadi ±50% maka dibutuhkan sekitar 20%. Untuk mendapatkan kenaikan kelembaban 20% maka dibutuhkan volume air sekitar 800-1000cc. Untuk mengalirkan air sebanyak 800-1000cc tersebut membutuhkan waktu 91 hingga 113 detik. Untuk mempermudah penghitungan digunakan nilai bulat antara 91 hingga 113 yaitu 100 detik.

Tahapan selanjutnya yang dilakukan dalam implementasi metode ini adalah dengan menentukan *dataset* yang memiliki kondisi tanah sebenarnya atau data faktual sebenarnya. *Dataset* ini akan dijadikan acuan dalam klasifikasi data-data baru. Pada penelitian ini digunakan 145 dataset dan dibagi menjadi 60% (87 data) data latih dan 40% (57 data) data uji.

Tabel Data Latih

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Id** | **Kelembaban (%)** | **Suhu (oC)** | **Klasifikasi** |
| 1 | 30 | 30 | 1 |
| 2 | 25 | 28 | 1 |
| 3 | 28 | 20 | 1 |
| 4 | 32 | 28 | 2 |
| 5 | 40 | 28 | 2 |
| 6 | 36 | 28 | 2 |
| 7 | 47 | 27 | 2 |
| 8 | 38 | 29 | 2 |
| 9 | 32 | 30 | 2 |
| 10 | 61 | 25 | 3 |
| 11 | 63 | 26 | 3 |
| 12 | 52 | 27 | 4 |
| 13 | 56 | 28 | 4 |
| 14 | 56 | 21 | 3 |
| 15 | 58 | 23 | 4 |
| 16 | 52 | 27 | 4 |
| 17 | 45 | 27 | 2 |
| 18 | 54 | 32 | 4 |
| 19 | 53 | 32 | 4 |
| 20 | 46 | 32 | 2 |
| 21 | 43 | 31 | 2 |
| 22 | 36,5 | 28,48 | 2 |
| 23 | 37,11 | 29,4 | 2 |
| 24 | 37,35 | 28,15 | 2 |
| 25 | 37,86 | 29,11 | 2 |
| 26 | 37,88 | 26,61 | 2 |
| 27 | 38,11 | 26,33 | 2 |
| 28 | 38,16 | 26,27 | 2 |
| 29 | 38,6 | 27,67 | 2 |
| 30 | 38,66 | 25,74 | 2 |
| 31 | 38,81 | 30,67 | 2 |
| 32 | 38,91 | 25,16 | 2 |
| 33 | 39,01 | 25,37 | 2 |
| 34 | 39,25 | 30,5 | 2 |
| 35 | 39,3 | 25,06 | 2 |
| 36 | 39,49 | 27,33 | 2 |
| 37 | 39,55 | 24,8 | 2 |
| 38 | 39,59 | 27,29 | 2 |
| 39 | 39,69 | 31,1 | 2 |
| 40 | 39,78 | 24,55 | 2 |
| 41 | 39,91 | 24,41 | 2 |
| 42 | 39,96 | 29,84 | 2 |
| 43 | 39,97 | 30,24 | 2 |
| 44 | 40,09 | 24,22 | 2 |
| 45 | 40,37 | 27,76 | 2 |
| 46 | 40,45 | 27,73 | 2 |
| 47 | 40,5 | 23,78 | 2 |
| 48 | 40,7 | 29,94 | 2 |
| 49 | 40,95 | 27,92 | 2 |
| 50 | 41,33 | 29,7 | 2 |
| 51 | 41,55 | 30 | 2 |
| 52 | 41,87 | 30,84 | 2 |
| 53 | 42,07 | 30,57 | 2 |
| 54 | 42,56 | 28,07 | 2 |
| 55 | 42,86 | 27,57 | 2 |
| 56 | 43,38 | 30,45 | 2 |
| 57 | 43,74 | 29,54 | 2 |
| 58 | 44,33 | 28,16 | 2 |
| 59 | 44,38 | 28,14 | 2 |
| 60 | 44,49 | 27,33 | 2 |
| 61 | 45,23 | 26,31 | 2 |
| 62 | 45,78 | 30,19 | 2 |
| 63 | 45,84 | 28,35 | 2 |
| 64 | 46,24 | 26,85 | 2 |
| 65 | 46,73 | 28,39 | 2 |
| 66 | 47,31 | 26,89 | 2 |
| 67 | 47,87 | 27,18 | 2 |
| 68 | 47,95 | 27,92 | 2 |
| 69 | 47,96 | 29,07 | 2 |
| 70 | 48,52 | 27,7 | 2 |
| 71 | 48,71 | 27,63 | 2 |
| 72 | 49,41 | 27,36 | 4 |
| 73 | 49,79 | 26,61 | 2 |
| 74 | 50,29 | 27,02 | 4 |
| 75 | 50,67 | 27,36 | 4 |
| 76 | 51,02 | 29 | 4 |
| 77 | 51,2 | 26,67 | 4 |
| 78 | 51,7 | 27,1 | 4 |
| 79 | 51,82 | 26,43 | 4 |
| 80 | 52,19 | 26,29 | 4 |
| 81 | 53,61 | 26,51 | 4 |
| 82 | 54,46 | 27,37 | 4 |
| 83 | 54,92 | 27,22 | 4 |
| 84 | 55,64 | 25,99 | 4 |
| 85 | 55,72 | 27,11 | 4 |
| 86 | 56,6 | 27,8 | 4 |
| 87 | 57,05 | 27,54 | 4 |

Tabel Data Uji

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Id** | **Kelembaban (%)** | **Suhu (oC)** | **Klasifikasi/ Aktual** |
| 1 | 30 | 32 | 1 |
| 2 | 61 | 22 | 3 |
| 3 | 36,61 | 28,48 | 2 |
| 4 | 38,34 | 29,85 | 2 |
| 5 | 39,65 | 27,65 | 2 |
| 6 | 42,86 | 28,34 | 2 |
| 7 | 38,99 | 25,39 | 2 |
| 8 | 45 | 28 | 2 |
| 9 | 51 | 28 | 4 |
| 10 | 30 | 34 | 1 |
| 11 | 53 | 27 | 4 |
| 12 | 64 | 26 | 3 |
| 13 | 58 | 31 | 4 |
| 14 | 37,85 | 29,59 | 2 |
| 15 | 39,96 | 24,36 | 2 |
| 16 | 40,71 | 27,63 | 2 |
| 17 | 40,42 | 30,82 | 2 |
| 18 | 38 | 29 | 2 |
| 19 | 44,06 | 25,14 | 2 |
| 20 | 45,56 | 28,84 | 2 |
| 21 | 51,66 | 27,08 | 4 |
| 22 | 48,23 | 30,18 | 2 |
| 23 | 54,29 | 25,48 | 4 |
| 24 | 47,29 | 26,88 | 2 |
| 25 | 49,98 | 27,14 | 4 |
| 26 | 55,7 | 26,56 | 4 |
| 27 | 39,39 | 24,97 | 2 |
| 28 | 38,67 | 25,73 | 2 |
| 29 | 42,05 | 30,19 | 2 |
| 30 | 46,11 | 26,66 | 2 |
| 31 | 48 | 27 | 2 |
| 32 | 39,86 | 29,11 | 2 |
| 33 | 45,02 | 28,28 | 2 |
| 34 | 52,55 | 26,15 | 4 |
| 35 | 37,99 | 27,52 | 2 |
| 36 | 42,34 | 30,08 | 2 |
| 37 | 48,86 | 25,57 | 2 |
| 38 | 41,34 | 30,37 | 2 |
| 39 | 50,93 | 27,76 | 4 |
| 40 | 42,89 | 30,34 | 2 |
| 41 | 37,21 | 28,36 | 2 |
| 42 | 38,85 | 25,54 | 2 |
| 43 | 40,32 | 30,28 | 2 |
| 44 | 61 | 25 | 3 |
| 45 | 38,96 | 25,42 | 2 |
| 46 | 40,55 | 23,73 | 2 |
| 47 | 50,07 | 26,72 | 4 |
| 48 | 53,05 | 27,29 | 4 |
| 49 | 45,19 | 27,83 | 2 |
| 50 | 26 | 32 | 1 |
| 51 | 28 | 33 | 1 |
| 52 | 51,54 | 26,54 | 4 |
| 53 | 25 | 27 | 1 |
| 54 | 39,64 | 24,7 | 2 |
| 55 | 37,37 | 30,07 | 2 |
| 56 | 38,45 | 29,96 | 2 |
| 57 | 42,33 | 31,24 | 2 |
| 58 | 47,94 | 26,69 | 2 |

Pada table latih dan uji di atas label klasifikasi disimbolkan dengan id (1 hingga 4) dari label klasifikasi. Label klasifikasi pada data uji akan digunakan sebagai klasifikasi sebenarnya. Kemudian data uji akan dibandingkan hasilnya dengan hasil prediksi yang diperoleh dari perhitungan dengan data latih dengan nilai sebenarnya. Sehingga diperoleh perbandingan sebagaimana pada table di bawah. Pada tabel tersebut hasil prediksi yang berbeda dengan klasifikasi sebenarnya/ aktual ditandai dengan warna merah.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Id** | **Kelembaban (%)** | **Suhu (oC)** | **Klasifikasi/ Aktual** | **Fungsi Diskriman** | | | | **Max** | **Prediksi** | **Hasil** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | 30 | 32 | 1 | -73,49477011 | -76,74586058 | -103,0475953 | -86,63462022 | -73,49477011 | 1 | SAMA |
| 2 | 61 | 22 | 3 | -103,7251526 | -92,69829571 | -82,62739749 | -84,54963613 | -82,62739749 | 3 | SAMA |
| 3 | 36,61 | 28,48 | 2 | -76,82522317 | -75,40795466 | -91,77695556 | -80,06485132 | -75,40795466 | 2 | SAMA |
| 4 | 38,34 | 29,85 | 2 | -82,84072835 | -82,88287453 | -100,2468792 | -88,4585607 | -82,84072835 | 1 | BEDA |
| 5 | 39,65 | 27,65 | 2 | -80,12794548 | -77,48680156 | -90,52527648 | -80,52530393 | -77,48680156 | 2 | SAMA |
| 6 | 42,86 | 28,34 | 2 | -87,13191934 | -85,0314739 | -97,01063538 | -87,92532444 | -85,0314739 | 2 | SAMA |
| 7 | 38,99 | 25,39 | 2 | -73,93272732 | -68,70178034 | -78,63504238 | -69,65482729 | -68,70178034 | 2 | SAMA |
| 8 | 45 | 28 | 2 | -90,00525601 | -87,32911823 | -97,34699601 | -89,32764232 | -87,32911823 | 2 | SAMA |
| 9 | 51 | 28 | 4 | -100,2014089 | -97,02669576 | -103,0411802 | -97,4669094 | -97,02669576 | 2 | BEDA |
| 10 | 30 | 34 | 1 | -77,98471821 | -83,57620367 | -113,0156252 | -95,46219302 | -77,98471821 | 1 | SAMA |
| 11 | 53 | 27 | 4 | -101,3551524 | -96,84405006 | -99,95522669 | -95,76621203 | -95,76621203 | 4 | SAMA |
| 12 | 64 | 26 | 3 | -117,8031252 | -111,2077707 | -105,4105495 | -106,2744153 | -105,4105495 | 3 | SAMA |
| 13 | 58 | 31 | 4 | -118,8318426 | -118,5860508 | -124,6364401 | -120,2040802 | -118,5860508 | 2 | BEDA |
| 14 | 37,85 | 29,59 | 2 | -81,42434928 | -81,20296109 | -98,48601025 | -86,64626942 | -81,20296109 | 2 | SAMA |
| 15 | 39,96 | 24,36 | 2 | -73,26878209 | -66,75192868 | -74,42206674 | -66,42447547 | -66,42447547 | 4 | BEDA |
| 16 | 40,71 | 27,63 | 2 | -81,88436634 | -79,13173682 | -91,43156873 | -81,87496539 | -79,13173682 | 2 | SAMA |
| 17 | 40,42 | 30,82 | 2 | -88,5530195 | -89,5574178 | -107,0553576 | -95,5615461 | -88,5530195 | 1 | BEDA |
| 18 | 38 | 29 | 2 | -80,35471842 | -79,43044932 | -95,68779603 | -84,24561713 | -79,43044932 | 2 | SAMA |
| 19 | 44,06 | 25,14 | 2 | -81,98723296 | -76,04244046 | -82,20062432 | -75,42906137 | -75,42906137 | 4 | BEDA |
| 20 | 45,56 | 28,84 | 2 | -92,84267515 | -91,10296956 | -102,0650258 | -93,79488782 | -91,10296956 | 2 | SAMA |
| 21 | 51,66 | 27,08 | 4 | -99,25760954 | -94,95147147 | -99,08224674 | -94,30154529 | -94,30154529 | 4 | SAMA |
| 22 | 48,23 | 30,18 | 2 | -100,3882284 | -99,99472143 | -111,2775178 | -103,3313355 | -99,99472143 | 2 | SAMA |
| 23 | 54,29 | 25,48 | 4 | -100,1349647 | -93,73796848 | -93,60377355 | -90,80719912 | -90,80719912 | 4 | SAMA |
| 24 | 47,29 | 26,88 | 2 | -91,38241675 | -87,20536819 | -93,93817956 | -87,49068849 | -87,20536819 | 2 | SAMA |
| 25 | 49,98 | 27,14 | 4 | -96,53738519 | -92,44106005 | -97,78691605 | -92,28737769 | -92,28737769 | 4 | SAMA |
| 26 | 55,7 | 26,56 | 4 | -104,9556326 | -99,70528447 | -100,324643 | -97,4868162 | -97,4868162 | 4 | SAMA |
| 27 | 39,39 | 24,97 | 2 | -73,66958174 | -67,91391346 | -76,92136837 | -68,3436548 | -67,91391346 | 2 | SAMA |
| 28 | 38,67 | 25,73 | 2 | -74,15222368 | -69,34573453 | -80,02591764 | -70,72142042 | -69,34573453 | 2 | SAMA |
| 29 | 42,05 | 30,19 | 2 | -89,9086407 | -90,04036829 | -105,4623482 | -94,99202822 | -89,9086407 | 1 | BEDA |
| 30 | 46,11 | 26,66 | 2 | -88,88327906 | -84,5468402 | -91,72184003 | -84,91893295 | -84,5468402 | 2 | SAMA |
| 31 | 48 | 27 | 2 | -92,85835838 | -88,76273545 | -95,21007315 | -88,98348946 | -88,76273545 | 2 | SAMA |
| 32 | 39,86 | 29,11 | 2 | -83,76247294 | -82,81236722 | -98,00123479 | -87,25430642 | -82,81236722 | 2 | SAMA |
| 33 | 45,02 | 28,28 | 2 | -90,66783592 | -88,31769152 | -98,76150081 | -90,5906334 | -88,31769152 | 2 | SAMA |
| 34 | 52,55 | 26,15 | 4 | -98,68221301 | -93,21383593 | -95,29175015 | -91,40404856 | -91,40404856 | 4 | SAMA |
| 35 | 37,99 | 27,52 | 2 | -77,01516324 | -74,3598328 | -88,30196356 | -77,69964781 | -74,3598328 | 2 | SAMA |
| 36 | 42,34 | 30,08 | 2 | -90,15450761 | -90,13341567 | -105,1893255 | -94,89990963 | -90,13341567 | 2 | SAMA |
| 37 | 48,86 | 25,57 | 2 | -91,10949407 | -85,26902625 | -88,89909815 | -83,83840319 | -83,83840319 | 4 | BEDA |
| 38 | 41,34 | 30,37 | 2 | -89,10619128 | -89,5075525 | -105,6856591 | -94,82336317 | -89,10619128 | 1 | BEDA |
| 39 | 50,93 | 27,76 | 4 | -99,54365996 | -96,09391619 | -101,7785845 | -96,31264255 | -96,09391619 | 2 | BEDA |
| 40 | 42,89 | 30,34 | 2 | -91,6728482 | -91,91030488 | -107,0071362 | -96,79359357 | -91,6728482 | 1 | BEDA |
| 41 | 37,21 | 28,36 | 2 | -77,57544157 | -75,96789182 | -91,74829219 | -80,34912366 | -75,96789182 | 2 | SAMA |
| 42 | 38,85 | 25,54 | 2 | -74,0315632 | -68,98777926 | -79,24978032 | -70,12697902 | -68,98777926 | 2 | SAMA |
| 43 | 40,32 | 30,28 | 2 | -87,17079763 | -87,55159888 | -104,2690864 | -93,04244699 | -87,17079763 | 1 | BEDA |
| 44 | 61 | 25 | 3 | -110,4600748 | -102,9438103 | -97,5794424 | -97,79099534 | -97,5794424 | 3 | SAMA |
| 45 | 38,96 | 25,42 | 2 | -73,94909578 | -68,7557476 | -78,7560919 | -69,74654454 | -68,7557476 | 2 | SAMA |
| 46 | 40,55 | 23,73 | 2 | -72,85707014 | -65,55396573 | -71,84206542 | -64,4441513 | -64,4441513 | 4 | BEDA |
| 47 | 50,07 | 26,72 | 4 | -95,74743838 | -91,15215167 | -95,77904253 | -90,55567641 | -90,55567641 | 4 | SAMA |
| 48 | 53,05 | 27,29 | 4 | -102,0911628 | -97,91526295 | -101,4480426 | -97,11403731 | -97,11403731 | 4 | SAMA |
| 49 | 45,19 | 27,83 | 2 | -89,9464886 | -87,05562902 | -96,68002929 | -88,83504209 | -87,05562902 | 2 | SAMA |
| 50 | 26 | 32 | 1 | -66,69733489 | -70,28080889 | -99,25147246 | -81,20844216 | -66,69733489 | 1 | SAMA |
| 51 | 28 | 33 | 1 | -72,34102655 | -76,92850628 | -106,1335488 | -88,33531759 | -72,34102655 | 1 | SAMA |
| 52 | 51,54 | 26,54 | 4 | -97,8414005 | -92,91332728 | -96,27699497 | -91,75531529 | -91,75531529 | 4 | SAMA |
| 53 | 25 | 27 | 1 | -53,77310584 | -51,58868825 | -73,38236689 | -57,78296565 | -51,58868825 | 2 | BEDA |
| 54 | 39,64 | 24,7 | 2 | -73,48827845 | -67,39588287 | -75,812942 | -67,49106861 | -67,39588287 | 2 | SAMA |
| 55 | 37,37 | 30,07 | 2 | -81,6862446 | -82,06643723 | -100,4228027 | -88,11374553 | -81,6862446 | 1 | BEDA |
| 56 | 38,45 | 29,96 | 2 | -83,27460497 | -83,43633232 | -100,8995142 | -89,0932971 | -83,27460497 | 1 | BEDA |
| 57 | 42,33 | 31,24 | 2 | -92,74168392 | -94,07885203 | -110,9612925 | -100,0063364 | -92,74168392 | 1 | BEDA |
| 58 | 47,94 | 26,69 | 2 | -92,0604549 | -87,6070565 | -93,60808667 | -87,53382301 | -87,53382301 | 4 | BEDA |

Dari table diatas dapat dibuat confussion matrix sebagai berikut

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Expected | | | |
| Predicted |  | K | AK | B | AB |
| K | 4 | 9 | 0 | 0 |
| AK | 1 | 24 | 0 | 5 |
| B | 0 | 0 | 3 | 0 |
| AB | 0 | 3 | 0 | 9 |

Dari tabel *confussion matrix* di atas dapat ditentukan *recall*, *precision* dan skor f1 untuk setiap kelas. Pada *confussion matrix multi class True Positive* adalah *cell* dengan nilai *expected/* hasil diharapakan dan *predicted/* hasil prediksi yang sama. Sedangkan untuk *False Negativ*e adalah kolom dari c*ell True Positive. False Positif* adalah baris dari *cell True Positive,* sedangkan *True* *negative* adalah bagian yang bukan *True Positive, False Postive* dan *false Negative*.

Untuk menghitung nilai dari *precission* setiap kelas adalah dengan menggunakan persamaan:

Untuk menghitung nilai dari *recall* setiap kelas adalah dengan menggunakan persamaan:

Untuk menghitung nilai dari f1-score setiap kelas adalah dengan menggunakan persamaan:

Selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata makro dari *precission, recall* dan f1 dari setiap kelas, adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

BAB V

**KESIMPULAN**

Pada pengujian dari implementasi metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) diperoleh nilai *macro precission* sebesar 71,4%, *macro* *recall* 71,4%dan *macro* f1 71,4%. Nilai dari *precission* tersebut menunjukkan seberapa besar klasifikasi yang benar dari keseluruhan data prediksi yang benar. Sedangkan nilai *recall* menunjukkan berapa besar klasifikasi yang diprediksi benar dibandingkan keseluruhan klasifikasi yang benar. Adapun nilai f1 menunjukkan tingkat akurasi dari uji coba yang sudah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

A. Neelima, Sravanthi, M. S., M.L.Ramyasri, & K.Yuvasri. (2018). Sensor Based Automated Moisture Monitoring Irrigation System with IOT. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering , 6(1), 115-121.

Anggrestianingsih, Ayu dkk. (2019). Implementasi Metode Linear Discriminant Analysis (LDA) Untuk Klasifikasi Pengambilan Mata Kuliah Pilihan. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 3, No. 10, Oktober 2019, hlm. 10337-10343.

Efendi, Y. (2018). INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Vol. 4, No. 1, April 2018, 19-26.

El-Farhan, A. H., & Pritts, M. (1997). Water Requirements And Water Stress In Strawberry. Advances in strawberry research Vol. 16, 5-12.

Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2000). TTG BUDIDAYA PERTANIAN: STROBERI ( Fragaria chiloensis L. / F. vesca L. ). Jakarta: ristek.go.id.

Naik, P., Kumbi, A., Katti, K., & Telkar, N. (2018). AUTOMATION OF IRRIGATION SYSTEM USING IoT. International Journal of Engineering and Manufacturing Science Volume 8, Number 1 (2018), 77-88.

Rawal, S. (2017). IOT based Smart Irrigation System. International Journal of Computer Applications Volume 159 – No 8, February 2017, 7-11.