

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENYIRAMAN TANAMAN CABAI DENGAN
MEMANFAATKAN KECERDASAN BUATAN MENGGUNAKAN ALGORITMA LSTM
DECISION SUPPORT SYSTEM OF CHILI PLANTING USING ARTIFICIAL
INTELLIGENCE USING LSTM ALGORITHM**

Yusuf Abdurrahman Hakim¹, Randy Erfa Saputra, S.T., M.T.² Anton Siswo Raharjo Ansori, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹yusufhakim@student.telkomuniversity.ac.id, ²resaputra@telkomuniversity.ac.id, ³raharjo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dalam dunia pertanian teknologi yang diciptakan bertujuan untuk mempermudah masyarakat khususnya para petani agar hasil pertanian yang didapatkan lebih efektif dari sebelumnya ketika teknologi tersebut belum diciptakan. Suatu sistem yang dibuat pada penelitian ini berupa sistem yang memanfaatkan kecerdasan buatan yang mampu memberi keputusan kebutuhan penyiraman tanaman cabai dengan menggunakan metode Long Short Term Memory (LSTM). Sistem yang akan dibangun diharapkan dapat memberikan keluaran berupa keputusan penyiraman untuk tanaman cabai dengan akurasi yang baik.

Kata Kunci: Smart Farming, artificial intelligence, Long Short Term Memory (LSTM).

Abstract

In the world of agriculture the technology created aims to make it easier for the community, especially farmers, so that the agricultural products obtained are more effective than before when the technology was not yet created. A system created in this study is a system that utilizes artificial intelligence that is able to provide watering needs for chili plants by using the Long Short Term Memory (LSTM) method. The system to be built is expected to provide output in the form of watering decisions for chilli plants with good accuracy.

Keywords: Smart Farming, artificial intelligence, Long Short Term Memory (LSTM).

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dengan kekayaan alam yang sangat melimpah serta letaknya yang strategis. Mulai dari sisi geografis, Indonesia termasuk negara tropis yang memiliki curah hujan tinggi sehingga banyak jenis tumbuhan yang dapat hidup dan berkembang dengan baik. Sektor pertanian merupakan sektor penting dalam perekonomian bangsa Indonesia, sehingga pemerintah aktif meningkatkan produktifitas dan hal-hal penunjang lainnya dalam sektor pertanian.

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan dalam dunia Intelligent Control System telah megalami kemajuan pesat, sehingga menjadikan sistem kendali cerdas sebagai bagian dari teknologi masa depan. Saat ini perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan dalam sistem kendali cerdas telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas diberbagai sektor seperti pendidikan, industri, medis, pertahanan, pertanian, dan lain sebagainya.

Dalam dunia pertanian teknologi yang diciptakan bertujuan untuk mempermudah manusia khususnya para petani agar hasil pertanian yang didapatkan lebih efektif dari sebelumnya ketika teknologi tersebut belum diciptakan. Indonesia merupakan negara agraris karena sebagian besar penduduk Indonesia bermata pencaharian disektor pertanian atau bercocok tanam [1].

Suatu upaya dalam membantu menyelesaikan suatu permasalahan tersebut dibuat suatu sistem cloud dengan memanfaatkan artificial intelligence (kecerdasan buatan) yang disinkronkan kepada sebuah alat penyiraman otomatis dan aplikasi mobile berbasis android yang berfungsi untuk melakukan prediksi penyiraman menggunakan metode Long Short Term Memory (LSTM), serta controlling pemupukan dan pemberian pestisida sesuai kebutuhan tanaman cabai.

Sistem cloud ini akan sangat membantu petani dalam memprediksi dan penentuan penyiraman yang dibutuhkan oleh tanaman cabai menggunakan metode Long Short Term Memory (LSTM) dari parameter sensor kelembaban tanah, suhu, sensor hujan, kemudian akan menghasilkan output berupa penyiraman ke tanaman menggunakan sprinkler jenis spray, serta controlling pemupukan dan pemberian pestisida dengan cara pengumpulan data dari sensor pada alat yang sudah dikonfigurasi. Setelah data terkumpul maka sistem cloud akan mengirimkan data berupa hasil prediksi untuk penyiraman tanaman cabai ke alat dan aplikasi, dan khusus untuk data controlling hanya dikirimkan ke aplikasi mobile berbasis android agar aplikasi tersebut dapat memberikan pemberitahuan pada petani apakah tanaman perlu diberi pupuk dan diberi pestisida atau tidak sama sekali.

2. Dasar Teori**2.1 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)**

Sistem Pendukung Keputusan adalah sistem berbasis model yang terdiri dari prosedur-prosedur dalam pemrosesan data dan pertimbangannya untuk membantu manajer dalam mengambil keputusan. Agar berhasil mencapai tujuannya maka sistem tersebut harus: (1) sederhana, (2) *robust*, (3) mudah untuk dikontrol, (4) mudah

beradaptasi, (5) lengkap pada hal-hal penting, (6) mudah berkomunikasi dengannya. Secara implisit juga berarti bahwa sistem ini harus berbasis komputer dan digunakan sebagai tambahan dari kemampuan penyelesaian masalah dari seseorang [2].

Menurut Scott, SPK merupakan suatu sistem interaktif berbasis komputer, yang membantu pengambil keputusan melalui penggunaan data dan model-model keputusan untuk memecahkan masalah-masalah yang sifatnya semi terstruktur dan tidak terstruktur, yang intinya mempertinggi efektifitas pengambil keputusan. Menurut Jopih secara global, dapat dikatakan bahwa tujuan dari SPK adalah untuk meningkatkan kemampuan para pengambil keputusan dengan memberikan alternatif-alternatif keputusan yang lebih banyak atau lebih baik dan membantu untuk merumuskan masalah dan keadaan yang dihadapi. Dengan demikian SPK dapat menghemat waktu, tenaga dan biaya. Jadi dapatlah dikatakan secara singkat bahwa tujuan SPK adalah untuk meningkatkan efektivitas (*do the right things*) dan efisiensi (*do the things right*) dalam pengambilan keputusan. Walaupun demikian, penekanan dari suatu SPK adalah pada peningkatan efektivitas dari pengambilan keputusan dari pada efisiensinya [3].

Turban maupun Sparague and Watson menyatakan bahwa dalam merancang serta menggunakan SPK dikenal tiga tingkatan teknologi yang berupa perangkat keras (*hardware*) atau perangkat lunak (*software*). Tingkatan tersebut dipergunakan oleh orang-orang dengan kemampuan teknik yang berbeda, dan pada dasarnya bervariasi dalam cakupan tugas dimana mereka dapat diaplikasikan.

2.2 Deep Learning

Deep Learning adalah area baru dalam penelitian *Machine Learning*, yang telah diperkenalkan dengan tujuan menggerakkan *Machine Learning* lebih dekat dengan salah satu tujuan aslinya yaitu *Artificial Intelligence*. *Deep Learning* adalah tentang belajar beberapa tingkat representasi dan abstraksi yang membantu untuk memahami data seperti gambar, suara, dan teks [5]. *Deep Learning* merupakan salah satu jenis metode jaringan saraf tiruan yang menggunakan metadata sebagai masukan dan memprosesnya menggunakan lapisan tersembunyi (*hidden layer*) transformasi non linier dari data inputan untuk menghitung nilai output. Algoritma pada *Deep Learning* memiliki fitur yang unik yaitu sebuah fitur yang mampu mengekstraksi secara otomatis [6]. *Deep Learning* mempunyai beberapa macam arsitektur seperti; *Deep belief networks*, *Convolutional neural networks* dan *Long Short Term Memory* (LSTM).

2.2.1 Long Short Term Memory

LSTM adalah sub kelas spesifik dari RNN yang mampu mempelajari ketergantungan jangka panjang. Konsep ini pada awalnya diperkenalkan oleh Hochreiter & Schmidhuber pada tahun 1997 [7]. Tujuan diciptakannya model LSTM adalah untuk mengatasi kesulitannya RNN dalam *learning* dan gradien penyelesaian masalah. Jaringan LSTM adalah metode yang terkenal untuk memprediksi data rentang waktu untuk berbagai ukuran dan durasi. LSTM menyimpan informasi terhadap pola-pola pada data. LSTM dapat mempelajari data mana saja yang akan disimpan dan data mana saja yang akan dibuang, karena pada setiap neuron LSTM memiliki beberapa gates yang mengatur memori pada setiap neuron itu sendiri. LSTM banyak digunakan untuk pemrosesan teks, video, dan data time series [8]. Berbeda dengan RNN, LSTM dirancang untuk mengatur memori secara long-term pada setiap inputan menggunakan *gate units* dan *memory cells*.

2.3 Time Series

Data *time series* merupakan data yang dikumpulkan, dicatat atau diobservasi sepanjang waktu secara berurutan. Periode waktu observasi dapat berbentuk tahun, kuartal, bulan, minggu dan dibebberapa kasus dapat juga hari atau jam. *time series* dianalisis untuk menemukan pola variasi masa lalu yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan nilai masa depan dan membantu dalam manajemen operasi serta membuat perencanaan. Menganalisis *time series* berarti membagi data masa lalu menjadi komponen-komponen dan kemudian memproyeksikannya ke masa depan Analisis *time series* dipelajari karena dengan mengamati data *time series* akan terlihat empat komponen

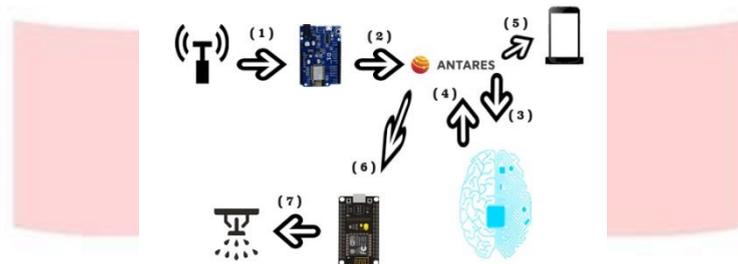
yang mempengaruhi suatu pola data masa lalu dan sekarang, yang cenderung berulang dimasa mendatang. Empat komponen pola deret waktu, antara lain:

- Trend*, Yaitu komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan (atau penurunan) suatu data runtut waktu. Merupakan pergerakan data sedikit demi sedikit meningkat atau menurun.
- Siklikal*, yaitu suatu pola dalam data yang terjadi setiap beberapa tahun fluktuasi atau siklus dari data runtut waktu akibat perubahan kondisi ekonomi.
- Musiman (*seasonal*), yaitu pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu. Fluktuasi musiman yang sering dijumpai pada data kuartalan, bulanan atau mingguan.

Tak Beraturan, yaitu pola acak yang disebabkan oleh peristiwa yang tidak bisa diprediksi atau tidak beraturan [14].

3. Perancangan

3.1 Gambaran Umum Sistem



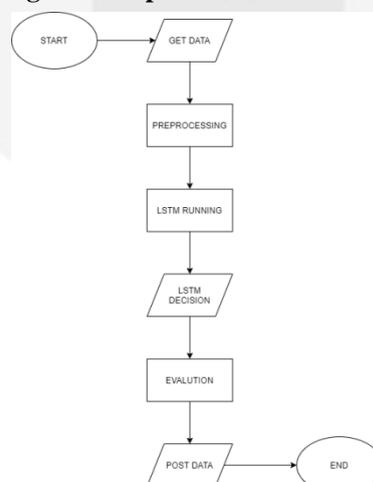
Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Berdasarkan Gambar 3.1 menjelaskan gambaran umum sistem dan pengolahan secara umum. Adapun tahapan dari sistem tersebut adalah sebagai berikut:

- Data sensor berupa parameter yang berasal dari sensor soil, sensor DHT, sensor hujan.
- Data dari sensor akan diolah oleh mikrokontroler yaitu menggunakan wemos D1 R1 dan akan terjadi proses pengiriman data (POST).
- Data sensor yang telah dikirim ke Antares akan diambil (GET) oleh sistem pendukung pengambil keputusan yang dibangun dari pemanfaatan kecerdasan buatan menggunakan algoritma LSTM.
- Setelah data diambil (GET) oleh sistem langkah selanjutnya data tersebut akan diolah untuk menjadi suatu keluaran berupa keputusan penyiraman, untuk tanaman cabai, dan selanjutnya data yang sudah menjadi keluaran penentuan tersebut akan dikirimkan (POST) kembali ke Antares.
- Data yang sudah dikirimkan ke Antares oleh AI akan diambil (GET) oleh aplikasi android.
- Data output yang sudah dikirim (POST) ke Antares oleh sistem akan diambil (GET) oleh mikrokontroler (NodeMcu) untuk melakukan perintah konfigurasi relay.
- Terakhir penyiraman dilakukan atau tidak atas dasar hasil data keputusan yang telah diolah.

3.2 Perancangan Sistem

3.2.1 Perancangan Sistem Pengambil Keputusan

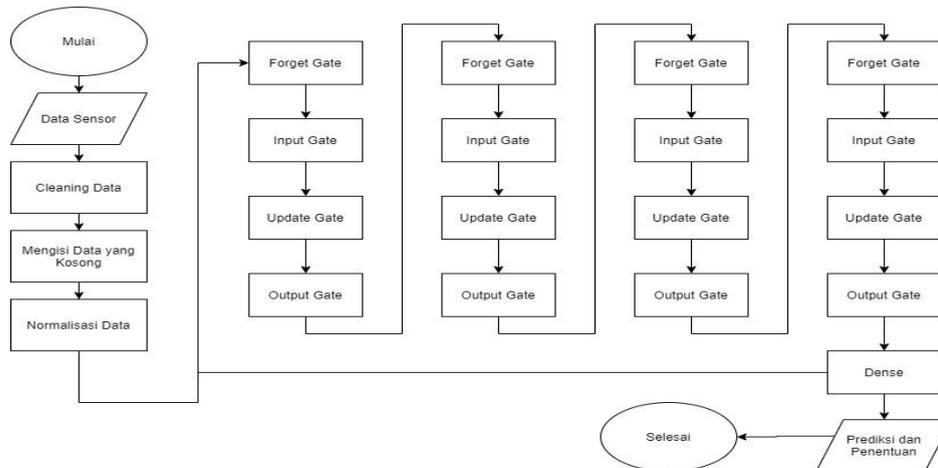


Gambar 3.2 Diagram Alur Sistem Pengambil Keputusan

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan diagram alur sistem pengambil keputusan yang dibuat secara umum. Adapun tahapan dari sistem tersebut adalah sebagai berikut:

- Dimulai dengan pengambilan (GET) data dari platform Antares.
- Data yang sudah diambil (GET) akan dipersiapkan terlebih dahulu untuk menjadi data training yang selanjutnya akan diolah menggunakan algoritma LSTM.
- Data yang sudah diolah menjadi data training akan dicari polanya.
- Pola sudah ditemukan lalu algoritma LSTM ini akan menghasilkan suatu keluaran berupa keputusan penyiraman dan akurasinya.
- Keluaran sudah didapatkan, lalu langkah selanjutnya merupakan data keluaran tersebut bisa diperbaiki lagi dalam hal ini dari sisi akurasi penentuannya.
- Setelah mendapatkan hasil yang dirasa optimal maka sistem akan mengirimkan (POST) keluaran data tersebut menjadi hasil akhir keputusan penyiraman untuk tanaman cabai.

3.2.2 Perancangan Sistem Pengambil Keputusan Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM)

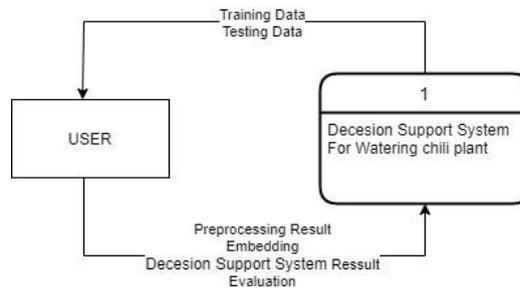


Gambar 3.3 Process Stages LSTM

Dari gambar diatas, kita dapat melihat ada beberapa tahapan dalam proses pengambilan keputusan, yaitu input gate, forget get, update gate dan output gate. Gambar 3.3 menunjukkan kerangka keseluruhan model untuk melakukan proses pengambilan keputusan.

- Input Data, data yang telah didapat dimasukkan ke dalam program untuk selanjutnya dilakukan tahap preprocessing atau tahap pembersihan.
- Cleaning Data, dilakukan dengan menghapus atribut yang tidak diperlukan.
- Mengisi data yang kosong dengan cara mencari data yang paling banyak muncul pada tanggal dan bulan tersebut.
- Menormalisasi data atau membuat data numerik atau data yang berupa angka tersebut nilainya berada dalam rentang 0 – 1. Data akan dibagi menjadi data train yang akan dalam LSTM dan data test untuk menguji pola yang berhasil dianalisa oleh LSTM.
- Setelah proses normalisasi data selanjutnya akan masuk ke tahapan LSTM Model, barulah data akan diproses dengan menggunakan LSTM (Long Short Term Memory). LSTM yang digunakan yaitu LSTM 2 layer atau bisa disebut Deep LSTM karena syarat Deep Learning yaitu mempunyai Hidden Layer lebih dari satu. Prosesnya yaitu data masuk pada layer pertama kemudian terjadi proses perhitungan dalam sel LSTM. Prosesnya yaitu data masuk ke dalam forget gate yang fungsinya mengontrol dan melakukan seleksi terhadap informasi pada memori, setelah itu data masuk menuju input gate yang fungsinya mengontrol dan menentukan informasi baru apa yang akan ditambahkan kedalam sel LSTM tersebut. Selanjutnya memori pada sel LSTM tersebut diperbaharui (update). Kemudian masuk menuju output gate yang fungsinya menghasilkan atau mengeluarkan data yang sudah dilakukan perhitungan pada sel LSTM tersebut. Dari situ selanjutnya masuk ke layer kedua (hidden layer) dan terjadi proses perhitungan sama seperti layer pertama. Prosesnya terjadi sampai dengan layer keempat. Proses tersebut terjadi sampai menghasilkan keputusan yang paling optimal.

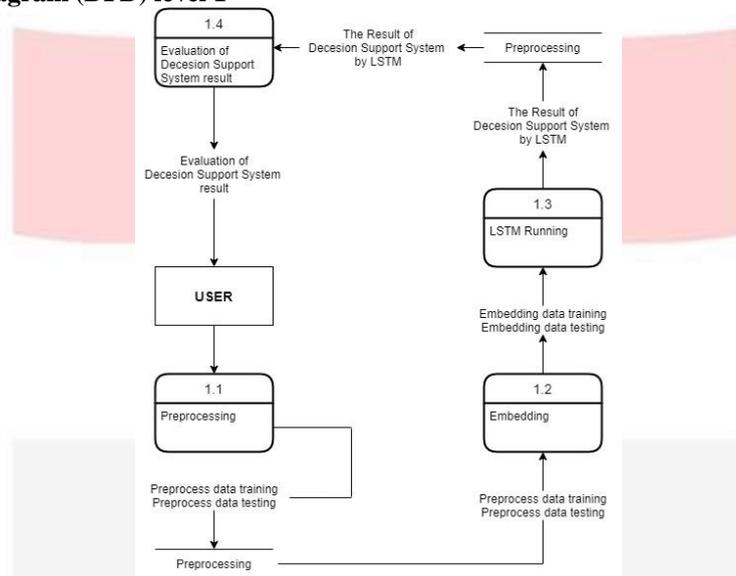
3.2.3 Context Diagram



Gambar 3.1 Context Diagram Sistem Pengambil Keputusan

Pada pemodelan gambar 3.4 diatas *context diagram* memiliki dua entitas yaitu *user* atau pengguna yang mana yang menjadi user disini adalah mikrokontroler dan aplikasi android, dan entitas kedua adalah sistem pengambil keputusan untuk penyiraman tanaman cabai. Data set didapatkan dari sensor yang tertanam langsung dilapangan, dataset tersebut digunakan untuk data masukan (*input*), data *testing* dan data *training* kedalam sistem.

3.2.4 Flow Diagram (DFD) level 1

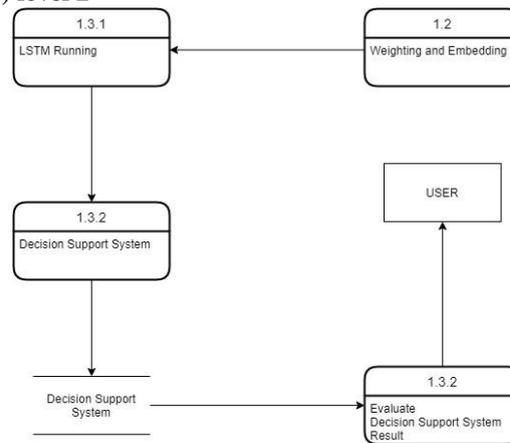


Gambar 3.5 DFD Level 1

DFD Level 1 pada gambar 3.5 menggambarkan arus proses yang ada dalam sistem pendukung pengambil keputusan penyiraman untuk tanaman cabai. Pada gambar diatas entitas proses terdiri dari empat proses utama yaitu preprocessing, pembobotan data, prediksi, dan evaluasi hasil, dalam hal ini algoritma yang digunakan untuk prediksi yaitu algoritma LSTM. Berikut penjelasan alur proses yang terjadi:

- a. User atau yang bertindak sebagai pengguna disini adalah mikrokontroler dan aplikasi android, untuk tahapan yang pertama user (mikrokontroler) akan mengirimkan data berupa data input dari sensor.
- b. Langkah yang pertama merupakan preprocessing, langkah preprocessing disini merupakan langkah sistem untuk merapihkan atau memisahkan string dan integer data yang akan masuk ke dalam proses embedding.
- c. Langkah yang kedua yaitu embedding, langkah embedding disini merupakan pemberian bobot terhadap data sehingga bisa dibaca oleh algoritma LSTM.
- d. Langkah yang ke tiga yaitu langkah LSTM running, disini data sudah diolah menggunakan algoritma LSTM untuk selanjutnya menjadi data keluaran berupa keputusan.
- e. Langkah ke empat yaitu evaluasi dari data keputusan, ditahap ini data yang sudah menjadi data keluaran akan dievaluasi oleh sistem untuk menghasilkan data keputusan yang optimal.

3.2.5 Flow Diagram (DFD) level 2



Gambar 3.6 DFD Level 2

Pada DFD level 2 ini terdapat satu entitas yaitu entitas pengguna dengan proses utama yaitu proses pengambilan keputusan yang dilakukan oleh algoritma LSTM dari hasil pembobotan data dan mengirimkan hasil keputusan kepada IOT dan aplikasi android. Berikut penjelasan alur proses yang terjadi:

- a. Langkah yang pertama yaitu weighting dan embedding data, weighting dan embedding data yang dimaksud merupakan pemisahan data yang selanjutnya perubahan data dari string ke integer.
- b. Setelah data berubah menjadi integer maka data akan langsung diproses menggunakan algoritma LSTM.
- c. Selanjutnya data yang sudah diproses akan menghasilkan suatu keluaran berupa keputusan penyiraman tanaman cabai.
- d. Data nilai keputusan penyiraman akan dievaluasi oleh sistem untuk mengeluarkan data keputusan yang benar-benar optimal.
- e. Terakhir data yang sudah optimal akan dikirimkan kepada user (mikrokontroler dan aplikasi android).

4. Pengujian

Hasil keputusan memiliki empat kondisi yaitu, 0 sama dengan tidak menyiram, 1 sama dengan menyiram sedikit yaitu selama 50 detik, 2 sama dengan menyiram sedang yaitu selama 100 detik, dan 3 sama dengan menyiram banyak yaitu selama 150 detik.

Ke empat kondisi tersebut didapatkan dari data sensor yang telah diolah oleh sistem, kondisi 0 sama dengan range sensor dari 0-370, kondisi 1 sama dengan range sensor dari 371-774, kondisi 2 sama dengan range sensor dari 775-1024, dan kondisi 3 sama dengan range sensor dari 1025-1033.

Pengujian dilakukan terhadap seribu lima ratus (1500) data yang sudah diperoleh dari sensor, data tersebut terlebih dahulu dilakukan pengolahan sampai data tersebut siap dilakukan proses prediksi menggunakan model LSTM. Pengolahan yang dilakukan terdiri dari beberapa proses yaitu pembersihan (cleaning), pembobotan, dan prediksi. Berikut rumus untuk perhitungan akurasinya:

$$error = loss.eval(feed_dict={input_layer: X_batch, output_layer: y_batch})$$

$$acc = 100 - error$$

loss.eval merupakan hasil pengkuadratan output dikurangi output layer, yang dimaksudkan dengan output disini adalah jumlah cell dan jumlah step disetiap batchnya, di dalam cell juga terdapat jumlah neuron, forget bias dan fungsi aktivasi. Output layer terdiri dari jumlah step disetiap batchnya dan jumlah output yang dikeluarkan. Jadi setelah nilai outputnya dan nilai output layernya didapat maka selisih diantara keduanya merupakan jumlah lossnya.

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan 4 elemen yaitu jumlah data latih, data uji, jumlah epoch dan learning rate. Data pengujian dibagi kedalam empat puluh lima pengujian dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Pengujian Akurasi Sistem

No	Data Training	Data Testing	Epoch	Learning Rate	Hasil Akurasi
1	90%	10%	9000	0.001	99.99%
2	90%	10%	9000	0.01	99.98%
3	90%	10%	9000	0.1	100.00%
4	90%	10%	8000	0.001	99.82%
5	90%	10%	8000	0.01	99.81%
6	90%	10%	8000	0.1	99.80%
7	90%	10%	7000	0.001	99.80%
8	90%	10%	7000	0.01	99.79%

No	Data Training	Data Testing	Epoch	Learning Rate	Hasil Akurasi
9	90%	10%	7000	0.1	99.79%
10	80%	20%	9000	0.001	99.91%
11	80%	20%	9000	0.01	99.91%
12	80%	20%	9000	0.1	100.00%
13	80%	20%	8000	0.001	99.99%
14	80%	20%	8000	0.01	100.00%
15	80%	20%	8000	0.1	100.00%
16	80%	20%	7000	0.001	100.00%
17	80%	20%	7000	0.01	96.91%
18	80%	20%	7000	0.1	99.79%
19	70%	30%	9000	0.001	98.75%
20	70%	30%	9000	0.01	98.75%
21	70%	30%	9000	0.1	98.81%
22	70%	30%	8000	0.001	97.78%
23	70%	30%	8000	0.01	98.75%
24	70%	30%	8000	0.1	99.76%
25	70%	30%	7000	0.001	98.78%
26	70%	30%	7000	0.01	98.80%
27	70%	30%	7000	0.1	99.80%
28	60%	40%	9000	0.001	97.78%
29	60%	40%	9000	0.01	97.90%
30	60%	40%	9000	0.1	98.90%
31	60%	40%	8000	0.001	96.89%
32	60%	40%	8000	0.01	97.91%
33	60%	40%	8000	0.1	98.90%
34	60%	40%	7000	0.001	97.91%
35	60%	40%	7000	0.01	97.89%
36	60%	40%	7000	0.1	97.90%
37	50%	50%	9000	0.001	95.90%
38	50%	50%	9000	0.01	95.90%
39	50%	50%	9000	0.1	97.90%
40	50%	50%	8000	0.001	94.91%
41	50%	50%	8000	0.01	95.91%
42	50%	50%	8000	0.1	97.90%
43	50%	50%	7000	0.001	93.00%
44	50%	50%	7000	0.01	94.00%
45	50%	50%	7000	0.1	94.90%

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu sistem pengambil keputusan penyiraman tanaman cabai memanfaatkan kecerdasan buatan dengan algoritma LSTM telah berhasil dilakukan dengan cara mengambil data dari sensor dengan platform Antares sebagai gateway atau sebagai media komunikasi data, kemudian mengolahnya dengan melakukan preprocessing sehingga data siap untuk dilakukan proses pengambilan keputusan menggunakan algoritma LSTM. Kemudian algoritma LSTM melakukan pengambilan keputusan terhadap data testing dan data dari sensor. Setelah sebelumnya dilakukan pelabelan terhadap semua data, sehingga dapat dilakukan perhitungan nilai akurasi algoritma.

Berdasarkan hasil pengujian, nilai rata-rata akurasi algoritma LSTM yaitu 98.39% dengan akurasi tertinggi yaitu 99.99%. Setelah dilakukannya pelabelan terhadap data yang dihasilkan dari data sensor yaitu 0 1 2 3. Dari hasil pelabelan yang didapatkan bahwa akurasi pengambilan keputusan dengan label 1 dan 3 lebih akurat dan lebih banyak muncul dibanding dengan 0 dan 2.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian ini maka penulis memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, diantaranya:

- a. Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan agar data yang dibutuhkan diperbanyak dan tetap mempertahankan konsistensi.
- b. Parameter-parameter yang dibutuhkan untuk pemupukan dan pemberian pestisida agar dirincikan sehingga dapat melakukan proses pengambilan keputusan.
- c. Untuk selanjutnya selain mengambil keputusan penyiraman diharapkan sistem bisa melakukan mengambil keputusan dan prediksi penyiraman pemupukan dan pemberian pestisida untuk tanaman.
- d. Penulis menyarankan sebaiknya menggunakan fitur atau platform penyedia cloud computing, seperti Amazon Web Service (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform, Digital Ocean dan sebagainya.
- e. Penelitian sebaiknya dikembangkan lagi untuk menghasilkan keluaran yang lebih akurat dengan mengembangkan algoritma antara LSTM dengan algoritma deep learning lainnya, contohnya gabungan antara LSTM-CNN.

Daftar Pustaka

- [1] mediatani.co, “Teknologi Pertanian Terbaru Tahun 2018 Di Indonesia,” pioneer.com, 2018. [Online]. Available: <https://www.pioneer.com/web/site/indonesia/Berita-Umum/Teknologi-Pertanian-Terbaru-Tahun-2018-Di-Indonesia>. [Diakses 17 November 2019].
- [2] I. Subakti, Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System), Surabaya: ITS, 2002.
- [3] M. Wiji Setiyaningsih, Konsep Pendukung Keputusan, Kab. Malang: Yayasan Edelweis, 2015.
- [4] S. Entot, “Mengenal Teknologi Informasi 2011,” 2011. [Online]. Available: http://tobby.synthasite.com/resources/Kecerdasan_Buatan.pdf. [Diakses 26 September 2019].
- [5] B. I. C. S. B. P. Putra, “Deteksi Ujaran Kebencian Dengan Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network Pada Gambar Hatespeech Detection Using Convolutional Neural Network Algorithm Based,” Vol. %1 dari %2vol. 5, no. 2, pp. 2395–2402, 2018.
- [6] P. S. W. W. A. H. S. W. R. M.R.S.Muthusinghe, “Towards Smart Farming: Accurate Prediction of Paddy Harvest and Rice Demand,” *IEEE*, 2018.
- [7] J. N. C. Y. F. Y. M. C. S. A. C. A. M. A. H. B. H. T. W. a. S. T. Ng, Deep Learning Tutorial, California: Univ. Stanford, 2015.
- [8] E. C. S. Gultom, Peramalan Curah Hujan Bulanan Di Kota Medan Dengan Metode Box-Jenkins, Medan, 2009.
- [9] A. B. Santoso, “Pembuatan Otomasi Pengaturan Kereta Api, Pengereman, dan Palang Pintu pada Rel Kereta Api Mainan Berbasis Mikrokontroler,” *FEMA*, Vol. %1 dari %2vol. 1, no. 1, 2013.
- [10] A. S. B. Cahya Edi Santosa, Rancang bangun sensor suhu tanah dan kelembaban udara, 2009.
- [11] N. H. Ritonga, APLIKASI MOBILE PENGENDALI PERANGKAT SMART AQUARIUM UNTUK SCLEROPAGES FORMOSUS BERBASIS INTERNET OF THINGS, Bandung, 2016.
- [12] M. R. Kurniawan, Pengontrolan buka tutup atap dan blower otomatis untuk jemuran menggunakan mikrokontroler arduino uno berbasis android, Tangerang, 2015.
- [13] D. D. Service, “ANTARES | Reliable IoT Platform,” PT Telekomunikasi Indonesia, April 2017. [Online]. Available: <https://www.antares.id/docs.html>. [Diakses 14 Januari 2018].
- [14] A. SUBEKTI, PENGELOLAAN KAS DAERAH UNTUK Mendukung Peningkatan Pendapatan Asli Daerah Pada Pemerintah Kabupaten Pekalongan, Jakarta: FE. UI, 2010.