

PERAMALAN KESESUAIAN LAHAN SORGUM DI KECAMATAN JONGGOL, KABUPATEN BOGOR MENGGUNAKAN ALGORITMA *LONG SHORT TERM MEMORY*

Matthew Martianus Henry, Rizal Mujahiddan, Yosar Awandi Porseda
Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Krisis pangan merupakan suatu keadaan berbahaya pada yang dapat mengancam ketahanan pangan Indonesia. Sorgum sebagai salah satu tanaman yang memiliki daya adaptabilitas tinggi memiliki potensi untuk mengatasi krisis pangan, sekaligus mengurangi impor gandum Indonesia karena manfaatnya yang dapat mensubstitusi komoditas gandum. Di Indonesia, daerah yang cocok untuk ditanami sorgum salah satunya adalah Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor. Kesesuaian lahan tanaman sorgum dapat digunakan sebagai panduan variabel yang harus dipenuhi agar sorgum dapat tumbuh dengan baik. Salah satu syarat tumbuh tanaman yang dievaluasi pada penilaian kesesuaian lahan adalah temperatur. Temperatur sebagai salah satu syarat tumbuh tanaman dapat dimanfaatkan potensinya dengan peramalan. Peramalan temperatur dapat dilakukan dengan model *long short term memory* (LSTM). Model LSTM yang dibuat memiliki parameter *optimizer* ADAM, *learning rate* 0.01, metrik berupa *root mean squared error* (RMSE), *loss function* berupa *mean squared error* (MSE) dan *epoch* sebanyak 100. Dengan data temperatur Kecamatan Jonggol selama 10 tahun terakhir, model LSTM yang dibuat memiliki nilai MSE sebesar 0.5, RMSE sebesar 0.707 dan R^2 sebesar 0.25. Berdasarkan model LSTM yang dibuat, diketahui bahwa waktu untuk mulai menanam sorgum terbaik berdasarkan variabel temperatur adalah 15 November 2022 hingga 24 November 2022.

Kata kunci : kesesuaian lahan, LSTM, peramalan, sorgum, temperatur

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis pangan merupakan keadaan berbahaya dan genting pada segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun yang tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman untuk konsumsi manusia (Maryatin *et al*, 2013). Faktor utama pendorong krisis pangan adalah kekeringan. Hal ini dibuktikan dengan kelaparan di India yang disebabkan karena kekeringan yang mengubah kadar kelembaban tanah, sehingga tanah menjadi tidak subur dan menyebabkan gagal panen (Mishra *et al*, 2019).

Sorgum dapat beradaptasi pada berbagai macam lingkungan dan memiliki sifat tahan kekeringan, cuaca panas serta dapat tumbuh di area dengan ketinggian yang sangat tinggi, gersang maupun tinggi kadar alkali (Xiong *et al*, 2019). Daya adaptasi tersebut membuat tanaman sorgum memiliki potensi besar untuk dibudidayakan dan dimanfaatkan secara komersial. Kadar gluten yang rendah pada sorgum membuat sorgum dapat menjadi substitusi tepung terigu dalam pembuatan roti (Przybylska-Balcerek *et al*, 2019). Substitusi ini dapat

menjadikan sorgum sebagai solusi untuk mengurangi impor gandum Indonesia dari negara lain sekaligus mencegah krisis pangan.

Akan tetapi, dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya, produksi sorgum di Indonesia masih tergolong minim. Berdasarkan data BPS (2019) produksi sorgum di Indonesia sebesar 7695 ton. Hasil produksi tersebut sangat kecil apabila dibandingkan dengan tanaman pangan lain seperti padi (54,6 juta ton), jagung (33 juta ton), dan kedelai (424,2 ribu ton). Sementara itu, impor gandum di Indonesia mencapai 10,7 juta ton (BPS 2019). Hal tersebut membuktikan bahwa impor gandum di Indonesia masih sangat tinggi dan dapat dikurangi dengan alternatif penanaman tanaman sorgum.

Sorgum perlu berada pada area dengan rentang suhu 20 °C - 26 °C untuk tumbuh optimal (Djaenudin *et al* 2011). Sorgum dapat beradaptasi pada rentang suhu 16 °C - 20 °C dan 26 °C – 30 °C, akan tetapi pertumbuhannya tidak akan sebaik pada rentang suhu 20 °C – 26 °C. Sorgum memiliki usia panen yang berkisar 100-110 hari (Rahmawati & Wahyani, 2021). Di Indonesia, daerah yang berpotensi ditanami sorgum salah satunya yaitu Kabupaten Bogor, Jawa Barat (Irawan & Sutrisna, 2016). Di Kabupaten Bogor, kecamatan yang memiliki luas lahan sawah terbesar menurut pengairan adalah Jonggol (BPS Kabupaten Bogor 2019), sehingga Jonggol dipilih sebagai wilayah cakupan yang akan digunakan dalam penelitian.

Peramalan kesesuaian lahan sorgum menggunakan variabel temperatur perlu dilakukan untuk mengetahui waktu tanam sorgum yang optimal di Kecamatan Jonggol. Variabel temperatur diramalkan karena sifatnya yang tak bisa dikontrol seperti variabel lain yang digunakan pada pengukuran kesesuaian lahan. Peramalan temperatur di Kecamatan Jonggol dapat dilakukan dengan model peramalan deret waktu seperti *long short term memory* (LSTM). Penelitian untuk meramalkan kesesuaian lahan sorgum menggunakan variabel temperatur di Kecamatan Jonggol menggunakan LSTM belum pernah dilakukan sebelumnya. Akan tetapi, model LSTM telah banyak digunakan untuk meramalkan temperatur, seperti penelitian yang dilakukan Gunawan *et al* (2020) yang menggunakan LSTM untuk meramalkan temperatur di Sumatera Barat dan Toharudin *et al* (2021) yang menggunakan LSTM untuk meramalkan temperatur udara di Kota Bandung.

1.2 Rumusan Masalah

1. Kapan waktu tanam sorgum yang tepat di Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor untuk periode 1 tahun kedepan berdasarkan syarat tumbuh temperatur?
2. Bagaimana membangun model peramalan temperatur untuk menentukan kelas kesesuaian lahan sorgum?

1.3 Tujuan

1. Meramalkan waktu tanam sorgum yang tepat di Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor untuk periode 1 tahun ke depan berdasarkan syarat tumbuh temperatur.
2. Membangun model peramalan data temperatur menggunakan LSTM untuk menentukan kelas kesesuaian lahan sorgum.

1.4 Manfaat

1. Penelitian dilakukan untuk membantu pengambil kebijakan mengetahui waktu tanam sorgum yang tepat di Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor.

2. Penelitian digunakan untuk membuat kalender tanam sorgum berdasarkan data temperatur harian .

1.5 Ruang Lingkup

1. Daerah yang digunakan untuk peramalan kesesuaian lahan sorgum adalah Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor.
2. Data yang digunakan untuk peramalan deret waktu adalah 10 tahun terakhir dimulai dari 23 September 2012 hingga 23 September 2022.
3. Variabel yang digunakan untuk meramalkan kesesuaian lahan sorgum adalah temperatur harian.

STUDI LITERATUR

Sorgum telah banyak digunakan sebagai bahan baku roti dan bubur, terutama pada daerah dengan iklim setengah kering (Xiong *et al*, 2019). Tanaman sorgum memiliki kadar gluten yang rendah serta memiliki kegunaan bagi manusia seperti mencegah penyakit kanker. Sorgum memiliki daya adaptasi yang baik karena sifatnya yang dapat tumbuh di daerah kering, gersang maupun tinggi kadar alkali (Xiong *et al*, 2019). Pemenuhan variabel kesesuaian lahan dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sorgum.

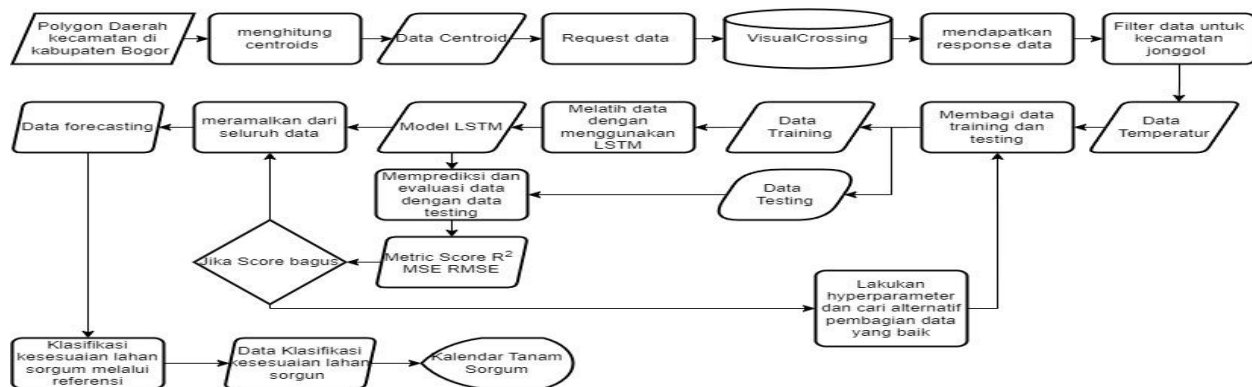
Kesesuaian lahan merupakan tingkat kecocokan suatu bidang lahan untuk digunakan dalam selang waktu tertentu. Djaenudin *et al* (2011) mengemukakan variabel temperatur, ketersediaan air, ketersediaan oksigen, media perakaran, lahan gambut, retensi hara, toksisitas, sodisitas, bahaya sulfidik, bahaya erosi, bahaya banjir dan penyiapan lahan sebagai variabel untuk menentukan kesesuaian lahan sorgum. Temperatur untuk pengukuran kesesuaian lahan sorgum diukur menggunakan °C. Pada suhu 20 °C - 26 °C, nilai kesesuaian lahan sorgum adalah S1 (sangat sesuai). Pada suhu 26 °C - 30 °C, nilai kesesuaian lahan sorgum adalah S2 (sesuai). Sementara pada suhu 16 °C - 20 °C atau 30 °C - 32 °C, nilai kesesuaian lahan sorgum adalah S3 (sesuai marjinal) dan pada suhu < 16 °C atau > 32 °C nilai kesesuaiannya adalah N (tidak sesuai).

LSTM yang diciptakan oleh Hochreiter dan Schmidhuber (1997) merupakan model *neural network* yang dibuat untuk menangani masalah *vanishing/exploding gradient*. Seperti dikemukakan secara ringkas oleh Houdt *et al* (2020), arsitektur LSTM dasar memiliki *block input*, *input gate*, *forget gate*, *cell*, *output gate* dan *block output*. *Block input* akan memperbaharui nilai input dengan menyatukan input saat ini ($x^{(t)}$) dengan unit LSTM sebelumnya ($y^{(t-1)}$). *Input gate* melakukan hal yang kurang lebih sama seperti *block input*, tetapi komponen yang digabungkan adalah input saat ini ($x^{(t)}$), unit LSTM sebelumnya ($y^{(t-1)}$) dan nilai *cell* sebelumnya ($c^{(t-1)}$). *Forget gate* berfungsi untuk membuang informasi dari *cell* sebelumnya ($c^{(t-1)}$) yang tidak lagi diperlukan. *Cell* berfungsi sebagai memori yang menampung informasi yang penting untuk model dengan menggabungkan nilai *block input*, nilai *input gate* dan nilai *forget gate*. *Output gate* berfungsi sebagai gerbang terakhir dari aliran input sebelum digabungkan dengan nilai *cell* pada *block output*. *Output gate* memiliki proses yang sama dengan *input gate*. Proses terakhir dari LSTM adalah *block output* yang menggabungkan nilai *cell* saat ini ($c^{(t)}$) dengan nilai *output gate*.

Gunawan *et al* (2020) menggunakan model LSTM untuk meramalkan temperatur lokal di daerah Sumatera Utara bagian barat. Data penelitian didapatkan dari stasiun udara Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di Muara Anai, Padang dengan rentang waktu Januari 2015 - Desember 2017. Efektivitas model LSTM diukur menggunakan R^2 dan perhitungan galat diukur menggunakan *mean absolute error* (MAE), *mean squared error* (MSE) dan *root mean squared error* (RMSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSTM dengan satu *layer* dan *optimizer* berupa *adaptive moment estimation* (ADAM) dengan *epoch* sebanyak 15 merupakan model terbaik dengan nilai R^2 sebesar 0.32, MAE sebesar 0.068 dan RMSE sebesar 0.99.

Toharudin *et al* (2021) menggunakan LSTM untuk meramalkan temperatur udara karena sifatnya yang adaptif terhadap fluktuasi yang cepat dan tak terduga. Data yang digunakan adalah temperatur udara Kota Bandung tertanggal 1 Januari 2014 hingga 30 Juni 2019. Penelitian ini menggunakan nilai RMSE untuk memilih model terbaik. Dengan menggunakan *trial and error*, didapatkan bahwa LSTM lebih baik dalam meramalkan temperatur minimum dengan *epoch* sebanyak 30, 1 *hidden layer* dengan neuron sebanyak 10, *batch size* sebanyak 1 dan *optimizer* yang digunakan adalah ADAM. Nilai RMSE dengan model terbaik adalah 0.94.

METODE PENELITIAN



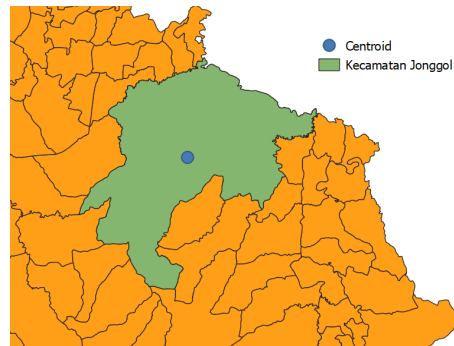
Gambar 1. Diagram alur pengerjaan proyek

3.1 Persiapan Data

Data batas desa daerah Jakarta dan sekitarnya (Jabodetabek) didapatkan melalui Badan Informasi Geospasial (BIG). Data tersebut memiliki 1020 baris dan 28 kolom yang berisikan nama desa, kecamatan, kabupaten, luas area dan lain lain dalam format .shp. Data poligon tersebut disimpan dalam basis data PostgreSQL melalui ekstensi PostGIS. Setelah disimpan pada basis data PostgreSQL, ditambahkan satu kolom secara otomatis oleh PostGIS yaitu kolom *geometry* yang memuat vektor poligon setiap desa Kabupaten Bogor, sehingga jumlah kolom menjadi 29 kolom. Data batas desa yang sudah tersimpan dalam basis data PostgreSQL kemudian diseleksi agar data hanya menyimpan administrasi batas desa Kabupaten Bogor. Data batas desa yang digunakan setelah proses seleksi menjadi 436 baris dengan jumlah kolom tetap yaitu 29 kolom.

Basis data yang menyimpan data batas desa tersebut kemudian dihubungkan dengan aplikasi QGIS untuk mendapatkan *centroid* dari setiap kecamatan pada Kabupaten Bogor. Data

yang digunakan merupakan data batas desa, sehingga perlu dilakukan proses *dissolve* untuk mendapatkan batas kecamatan. Setelah batas kecamatan didapatkan, dilakukan pencarian *centroid* untuk setiap kecamatan. Setelah itu dilakukan *filtering* dengan mengambil hanya batas kecamatan dan *centroid* dari Kecamatan Jonggol.



Gambar 2. *Centroid* Kecamatan Jonggol yang didapatkan melalui QGIS

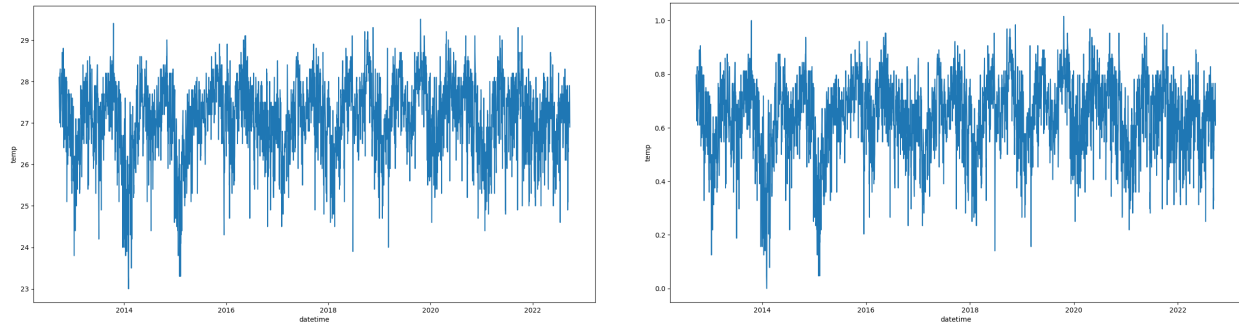
Titik *centroid* dari Kecamatan Jonggol kemudian digunakan untuk mendapatkan data temperatur melalui API Visual Crossing (<https://www.visualcrossing.com/>). Data temperatur yang didapatkan memiliki 1000 baris dan 33 kolom yang terdiri dari temperatur maksimum, temperatur minimum, rata rata temperatur serta informasi lainnya yang berhubungan dengan cuaca. Pada penelitian ini, kami menggunakan kolom rata rata temperatur.

API Visual Crossing memiliki keterbatasan yaitu hanya dapat mengambil 1000 data per hari sesuai rentang waktu yang ditentukan, sehingga data cuaca Kecamatan Jonggol untuk 10 tahun terpisah dalam 4 *file* CSV yang berbeda yaitu data yang dimulai dari tanggal 23 September 2012 hingga 24 Februari 2015, 25 Februari 2015 hingga 27 Juli 2017, 28 Juli 2017 hingga 28 Desember 2019 dan 29 Desember 2019 hingga 23 September 2022. Keempat *file* CSV tersebut disatukan menjadi sebuah dataset menggunakan bahasa pemrograman Python.

Peramalan dalam penelitian ini hanya menggunakan variabel temperatur, sehingga variabel *datetime* dan *temp* diekstrak dari gabungan dataset yang diambil menggunakan API Visual Crossing. Gambar 3 (kiri) menunjukkan grafik variabel *temp* yang menyatakan temperatur terhadap variabel *datetime* yang menyatakan waktu.

3.2 Praproses Data

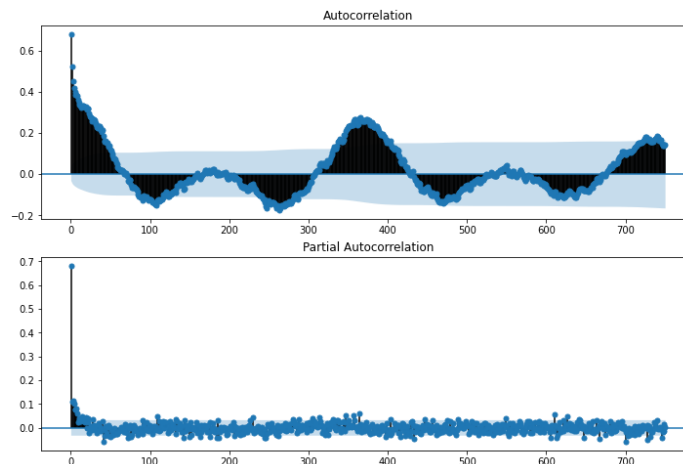
Menggunakan *library* Pandas pada Python, data temperatur dipisahkan menjadi data latih, data validasi dan data uji dengan proporsi 40% untuk data latih, 40% untuk data validasi dan 20% untuk data uji. Setelah dipisahkan menjadi data latih, data validasi dan data uji, dilakukan normalisasi pada variabel *temp* seperti pada Gunawan *et al* (2020) untuk mengurangi fluktuasi data yang berlebihan ketika proses peramalan. Berbeda dengan Gunawan *et al* (2020), nilai maksimum dan minimum untuk normalisasi data validasi dan data uji dilakukan dengan nilai maksimum dan minimum dari data latih untuk mencegah terjadinya *data leakage*. Gambar 3 (kanan) merupakan grafik variabel *temp* terhadap *datetime* setelah dilakukan normalisasi.



Gambar 3. Data temperatur Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor sebelum dinormalisasi (kiri) dan setelah dinormalisasi (kanan).

3.3 Pembuatan Model

Proses pembuatan model LSTM dilakukan dengan menentukan lebar *window* yang akan digunakan dengan grafik *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF). Grafik ini dibuat dengan bantuan *library* statsmodels pada Python.



Gambar 4. Grafik ACF dan PACF temperatur Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor

Autocorrelation (ACF) digunakan untuk melihat korelasi pada variabel yang sama pada *lag* yang berbeda, sementara *partial autocorrelation* (PACF) mirip dengan *autocorrelation* dengan tambahan konstanta pada perhitungannya. Gambar 4 menunjukkan pola pada ACF berulang setiap 365 hari, menunjukkan adanya sifat siklik pada dataset dengan *lag* bernilai 365. Oleh karena itu, nilai 365 akan digunakan sebagai lebar *window* pada model LSTM yang dibuat.

Dalam penelitian ini, arsitektur yang digunakan adalah 1 *hidden layer* LSTM dengan jumlah unit pada *hidden layer* sebanyak 10. Model dibuat dengan *library* Tensorflow pada Python. Parameter lainnya pada model yaitu *optimizer* yang digunakan adalah ADAM, *learning rate* 0.01, metrik yang digunakan adalah RMSE, *loss function* yang digunakan adalah MSE dan *epoch* yang digunakan sebanyak 100. Berbeda dengan Gunawan *et al* (2020) dan Toharudin *et al* (2021), dalam penelitian ini juga digunakan *learning rate reduction* dimana nilai *learning rate* akan diturunkan sebesar faktor yang ditentukan apabila model tidak mengalami perkembangan dalam proses pembelajarannya (ditandai dengan nilai *loss* yang selalu sama di tiap *epoch*). Nilai faktor yang digunakan untuk *learning rate reduction* adalah 0.1.

3.4 Peramalan Temperatur dan Evaluasi Kesesuaian Lahan

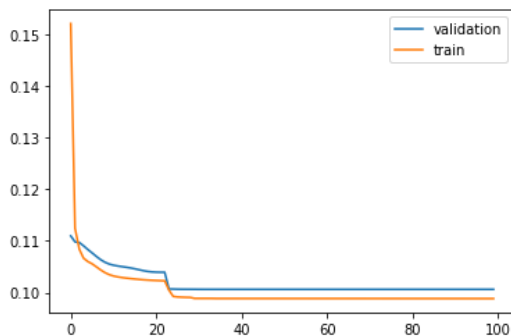
Peramalan temperatur Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor dilakukan untuk 365 hari kedepan (24 September 2022 hingga 23 September 2023). Peramalan dilakukan dengan model LSTM yang dibuat dengan lebar *window* sebesar 365.

Evaluasi kesesuaian lahan yang digunakan dilakukan dengan mencocokkan hasil peramalan data temperatur dengan kriteria kelas kesesuaian lahan sorgum oleh Djaenudin *et al* (2011). Hasil dari evaluasi kesesuaian lahan adalah kalender kesesuaian lahan sorgum selama 1 tahun kedepan mulai dari 24 September 2022 hingga 23 September 2023.

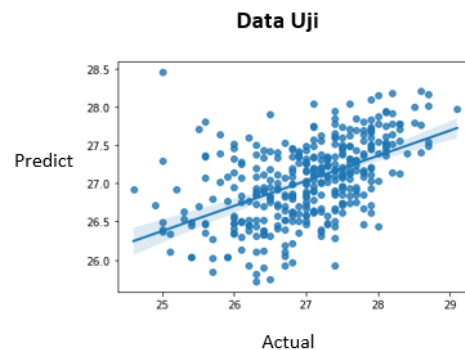
HASIL PENGUJIAN

Dari hasil peramalan data uji dengan model LSTM yang dibuat, didapatkan nilai MSE sebesar 0.50, RMSE sebesar 0.707 dan R^2 sebesar 0.25 pada *learning rate* 0.01, *epoch* sebanyak 100.

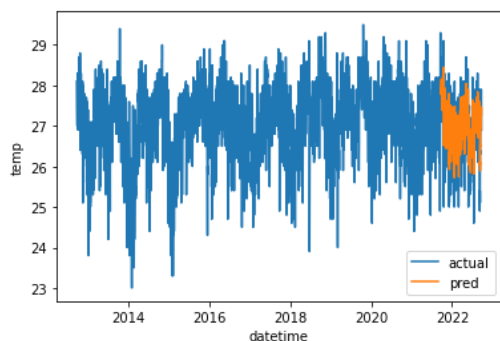
Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan grafik yang menggambarkan hasil dari model LSTM yang dibuat. Gambar 5 menunjukkan *learning curve* dari model LSTM yang dibuat. Sumbu X menyatakan *epoch* dan sumbu Y menyatakan nilai RMSE dari model. Gambar 6 menunjukkan diagram pencar hasil peramalan data uji (sumbu Y) dengan data uji sebenarnya (sumbu X) disertai dengan garis regresi yang menggambarkan hubungan keduanya. Gambar 7 menunjukkan hasil peramalan data uji yang digabungkan dengan data keseluruhan. Gambar 8 menunjukkan hasil peramalan temperatur untuk 365 hari kedepan (hingga 23 September 2023).



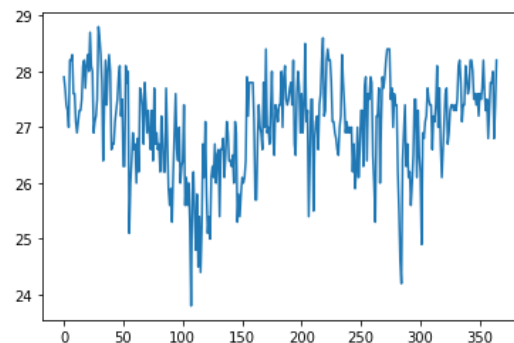
Gambar 5. Grafik RMSE data latih dan data validasi



Gambar 6. Diagram pencar hasil peramalan data uji dengan data uji sebenarnya



Gambar 7. Hasil peramalan data uji dengan

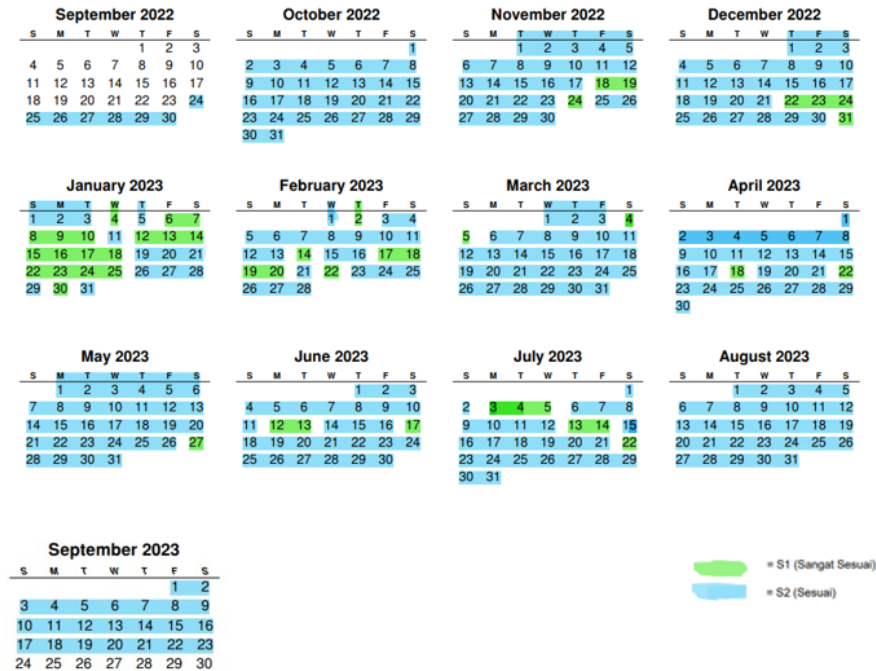


Gambar 8. Hasil peramalan temperatur 365

keseluruhan data

hari kedepan

Berdasarkan hasil pada Gambar 8, dibuat sebuah kalender kesesuaian lahan sorgum untuk mengetahui waktu tanam sorgum yang cocok di Kecamatan Jonggol. Gambar 9 merupakan kalender kesesuaian lahan sorgum berdasarkan hasil peramalan dengan model LSTM yang dibuat.



Gambar 9. Kalender kesesuaian lahan sorgum berdasarkan temperatur 24 September 2022 - 23 September 2023

ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Model LSTM yang dibuat dapat dikatakan memiliki arsitektur yang sederhana (1 *hidden layer* dengan 10 unit). Dari model yang sudah dilatih, nilai MSE yang didapat sebesar 0.5 dan RMSE sebesar 0.707. Nilai tersebut lebih kecil daripada Gunawan *et al* (2020) yang menghasilkan nilai RMSE 0.99 dan Toharudin *et al* (2021) dengan nilai RMSE 0.94. Galat yang kecil tersebut menunjukkan bahwa arsitektur LSTM sederhana dapat memberikan hasil yang baik dalam meramalkan temperatur. Rata rata galat dari peramalan temperatur hanya sebesar 0.5, menunjukkan bahwa model yang dibuat tidak sepenuhnya salah dalam meramalkan temperatur.

Berdasarkan Gambar 5, pada *epoch* 23 terjadi perubahan RMSE yang signifikan karena adanya perubahan *learning rate*. Hal ini disebabkan karena proses optimasi telah mencapai *plateau* sehingga proses pembelajaran dengan *learning rate* yang digunakan menjadi tidak lagi efektif. Meskipun begitu, nilai *learning rate* yang diperbaharui hanya memberikan efek pengurangan RMSE yang signifikan pada 1 *epoch*. Setelah *epoch* 23, nilai RMSE tidak berubah meskipun nilai *learning rate* diubah terus menerus, menunjukkan bahwa model telah terlatih dengan maksimal. Hal ini pula yang mungkin menjadi penyebab Gunawan *et al* (2020) dan Toharudin *et al* (2021) menggunakan jumlah *epoch* yang sedikit. Nilai galat data validasi yang sedikit diatas galat data latih menunjukkan model tidak mengalami *overfitting* maupun *underfitting*.

Nilai R^2 sebesar 0.25 menunjukkan bahwa peramalan temperatur dengan hanya mengandalkan data sebelumnya tidaklah cukup. Pada Gambar 6, terlihat bahwa ragam antar data uji dengan hasil peramalan masih cukup besar. Ragam ini dapat dikurangi dengan menambahkan variabel lain dan mengubah proses peramalan menjadi regresi. Cara lain untuk mengurangi ragam yaitu dengan mencoba *hyperparameter* pada model LSTM yang dibuat. Alternatif lainnya yang dapat digunakan yaitu mencoba model peramalan lain seperti Facebook Prophet.

Gambar 7 bertujuan untuk menunjukkan hasil peramalan data uji dengan keseluruhan data. Model LSTM terlihat mampu untuk menangkap pola pada data uji yang digunakan, tetapi belum mampu secara tepat untuk menghasilkan angka peramalan seperti pada data uji. Gambar 6 juga sekaligus menjelaskan diagram pencar pada Gambar 5. Angka peramalan yang tidak persis sama dengan data uji membuat nilai R^2 antara data uji dengan hasil peramalan menjadi rendah. Gambar 6 menunjukkan bahwa model sejatinya sudah mampu menangkap pola, akan tetapi masih perlu dilakukan *hyperparameter tuning* agar hasil peramalan model lebih baik.

Gambar 8 menunjukkan hasil peramalan temperatur Kecamatan Jonggol untuk 365 hari kedepan. Hasil peramalan memiliki rentang 24 °C - 29 °C yang menunjukkan bahwa hasil peramalan tetap mempertahankan kestasioneran temperatur seperti pada data yang digunakan untuk data latih maupun data uji. Hasil peramalan memiliki titik minimum kurang lebih pada hari ke-105 dan memiliki temperatur maksimum kurang lebih pada hari ke-30.

Berdasarkan kalender kesesuaian lahan sorgum pada Gambar 9, waktu yang disarankan untuk menanam sorgum adalah tanggal 15 November 2022 sampai 24 November 2022 dikarenakan pada 100 - 110 hari kedepan akan melewati hari dengan temperatur yang sangat sesuai (S1) sebanyak 32 - 34 kali dan sesuai (S2) sebanyak 68 - 76 kali. Hal ini diharapkan dapat memberikan hasil produksi sorgum yang lebih banyak.

KESIMPULAN

1. Model peramalan untuk menentukan kesesuaian lahan sorgum berdasarkan temperatur dalam penelitian ini adalah LSTM dengan parameter *optimizer* adalah ADAM, *learning rate* sebesar 0.01, metrik yang digunakan adalah RMSE, *loss function* yang digunakan adalah MSE dan *epoch* sebanyak 100. Pada model juga digunakan *learning rate reduction* dengan nilai faktor sebesar 0.1 untuk membantu proses pembelajaran model. Dari model yang sudah dilatih diperoleh MSE 0.5, RMSE 0.707, dan Nilai R^2 sebesar 0.25
2. Berdasarkan kalender kesesuaian lahan sorgum, diketahui bahwa sorgum dapat ditanam kapan pun. Akan tetapi, waktu paling optimal untuk mulai menanam sorgum berdasarkan model LSTM yang dibuat adalah 15 November 2022 sampai 24 November 2022 karena pada 100 hingga 110 hari kedepan akan melewati hari yang kesesuaian lahannya S1 (sangat sesuai).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2019). Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi Menurut Provinsi. *bps.go.id* (diakses pada tanggal 21 Oktober 2022)
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor. (2019). Luas Lahan Sawah Menurut Jenis Pengairan dan Kecamatan. *bogorkab.bps.go.id* (diakses pada tanggal 19 Oktober 2022)

- Djaenudin, D., Marwan, H., Subagjo, H., & Hidayat, A. (2011). Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Bogor. 36p
- Gunawan, P. H., Munandar, D., & Farabiba, A. Z. (2020). Long Short-Term Memory Approach for Predicting Air Temperature In Indonesia. *Jurnal Online Informatika*, 5(2), 161. <https://doi.org/10.15575/join.v5i2.551>
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural computation*, 9(8), 1735-1780. doi: 10.1162/neco.1997.9.8.1735.
- Irawan, B., & Sutrisna, N. (2016). Prospek Pengembangan Sorgum di Jawa Barat Mendukung Diversifikasi Pangan. *Forum penelitian Agro Ekonomi*, 29(2), 99. <https://doi.org/10.21082/fae.v29n2.2011.99-113>
- Maryatin. (2013). Sebuah Paradoks Krisis Pangan dan Ironi Ketahanan Pangan. *Equilibrium*, 1(1), 93-117.
- Mishra, V., Tiwari, A. D., Aadhar, S., Shah, R., Xiao, M., Pai, D. S., & Lettenmaier, D. (2019). Drought and Famine in India, 1870-2016. *Geophysical Research Letters*, 46(4), 2075-2083. <https://doi.org/10.1029/2018GL081477>
- Przybylska-Balcerek, A., Frankowski, J., & Stuper-Szablewska, K. (2019). Bioactive compounds in sorghum. *European Food Research and Technology*, 245(5), 1075-1080. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3207-0>
- Rahmawati, Y. D., & Wahyani, A. D. (2021). Sifat Kimia Cookies dengan Substitusi Tepung Sorgum. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 8(1), 42-54. <https://doi.org/10.34128/jtai.v8i1.135>
- Toharudin, T., Pontoh, R. S., Caraka, R. E., Zahroh, S., Lee, Y., & Chen, R. C. (2021). Employing long short-term memory and Facebook prophet model in air temperature forecasting. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/03610918.2020.1854302>
- Van Houdt, G., Mosquera, C., & Nápoles, G. (2020). A review on the long short-term memory model. *Artif Intell Rev* 53, 5929-5955. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09838-1>
- Xiong, Y., Zhang, P., Warner, R. D., & Fang, Z. (2019). Sorghum Grain: From Genotype, Nutrition, and Phenolic Profile to Its Health Benefits and Food Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(6), 2025-2046. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12506>

Lampiran 1 Surat Orisinalitas

SURAT PERNYATAAN KARYA DIVISI III PENAMBANGAN DATA

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : 1. Yosar Awandi Porseda (Ketua)
2. Matthew Martianus Henry (Anggota 1)
3. Rizal Mujahiddan (Anggota 2)

Nama Tim : Ryoma

Judul Karya : Peramalan Kesesuaian Lahan Sorgum di Kecamatan Jonggol,
Kabupaten Bogor Menggunakan Long Short Term Memory

Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya/video/poster yang dibuat merupakan karya sendiri.
2. Karya/video/poster yang dibuat belum pernah diajukan dalam kopetisi serupa ataupun kompetisi lainnya.
3. Apabila ada pihak yang berkeberatan atau menyatakan hak atas video yang telah dibuat menjadi tanggung jawab Tim Peserta.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Bogor, 14 Oktober 2022

Mengetahui,
Direktur Kemahasiswaan dan
Pengembangan Karir IPB



Alim Setiawan Slamet
NIP 198202272009121001

Ketua Tim



Yosar Awandi Porseda
NIM. G64190076