

# Model Prediksi Kesesuaian Lahan Kedelai Menggunakan C5.0 Algoritma

Nanda Pratama<sup>1)</sup>, Lili Andraini<sup>2)</sup>  
Teknik Komputer<sup>1,2)</sup>  
nanda@gmail.com

## Abstrak

Kedelai merupakan salah satu sumber protein utama yang dapat digunakan untuk konsumsi pada tempe, tahu, susu, dll. Berdasarkan hasil proyeksi, produksi kedelai dan neraca konsumsi di Indonesia, pada tahun 2018-2022 diperkirakan defisit akan meningkat sebesar 6,18% per tahun. Jadi, perlu adanya pembinaan kedelai kesesuaian lahan, yang dapat dilakukan dengan mengevaluasi lahan yang ada kesesuaian untuk mendukung perluasan dan produksi usahatani kedelai. Pelajaran ini melakukan studi analitik untuk mengevaluasi kesesuaian lahan kedelai menggunakan C5.0 algoritma berdasarkan karakteristik tanah dan cuaca. Algoritma C5.0 adalah perpanjangan pohon keputusan spasial, ekstensi pohon keputusan ID3. Himpunan data dibagi menjadi dua kategori: faktor penjelas yang mewakili tujuh tanah karakteristik (drainase, kemiringan lahan, kejenuhan basa, pertukaran kation kapasitas, tekstur tanah, pH tanah, dan kedalaman mineral tanah) dan dua data cuaca (curah hujan dan suhu), dan kelas target mewakili lahan kedelai kesesuaian di dua wilayah studi, yaitu Kabupaten Bogor dan Kabupaten Grobogan. Itu dihasilkan dua model kesesuaian lahan dengan model terbaik yang diperoleh akurasi untuk data latih 98,58%, sedangkan untuk data uji 97,17%. Terbaik aturan model adalah 69 aturan yang tidak melibatkan tiga atribut: pertukaran kation kapasitas, kedalaman mineral tanah, dan curah hujan.

**Kata Kunci:** Algoritma C5.0, pohon keputusan ID3, Kesesuaian lahan Kedelai.

---

## PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu sumber protein utama bagi manusia yang berasal dari tumbuhan (Bangun et al., 2018; Isnain et al., 2021; Samsugi, Neneng, et al., 2018; Samsugi & Wajiran, 2020). Untuk beberapa orang yang menerapkan gaya hidup sehat, protein kedelai lebih diprioritaskan daripada protein yang berasal dari hewan (A. Putra et al., 2019; Samsugi et al., 2023; Sintaro et al., 2021; Wajiran et al., 2020). Hal ini karena kedelai adalah bahan utama dalam produk vegan bebas laktosa, seperti juga susu kedelai dan tahu (Ahdan et al., 2019). Di Indonesia, kedelai juga merupakan sumber protein nabati yang paling populer, dengan konsumsi utama produk kedelai pada tempe dan tahu yang menjadi lauk pauk utama bagi masyarakat (Agung et al., 2020; Hariadi et al., 2022; Electrical Load Forecasting Using Customers Clustering and Smart Meters in Internet of Things, 2019; Persada Sembiring et al., 2022; Samsugi, Nurkholis, et al., 2021). Meningkatnya kebutuhan konsumsi kedelai di Indonesia diprediksi akan terus meningkat dengan rata-rata 1,73% per tahun. Ini adalah implikasi dari Pertumbuhan penduduk Indonesia yang pada tahun 2035 diproyeksikan mencapai 305,6 juta jiwa (Ahdan & Susanto, 2021; Astuti et al., 2022; Borman et al., 2018; A. R.

Putra, 2018; Samsugi, 2017). Perkembangan luas panen kedelai di Indonesia dari tahun 1980 hingga 2016 tidak signifikan meningkat, yaitu hanya 0,69% per tahun. Hal ini mengakibatkan ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri, dengan rata-rata impor sebesar 5,88 juta ton pada tahun 2012-2016(Arrahman, 2021; Gunawan et al., 2020; Hafidhin et al., 2020; Ramdan & Utami, 2020; Samsugi, Mardiyansyah, et al., 2020). Apalagi hasil SUSENAS tahun 2015 menyatakan bahwa dalam produksi tempe dan tahu nasional, kebutuhan kedelai sebagai bahan baku dipenuhi dari impor dengan persentase sebesar 67,28% atau sebanyak 1,96 juta ton(Ahmad et al., 2018; Arrahman, 2022; Fachri et al., 2015; Silvia et al., 2016; Zanova et al., 2020). Kedelai yang merupakan bahan baku utama tidak dapat sepenuhnya dipenuhi dari produksi dalam negeri karena keterbatasan perluasan budidaya yang dipengaruhi oleh lahan dan iklim(Nurdiansyah et al., 2020; Rahmanto et al., 2020, 2021; Utami & Rahmanto, 2021; Yulianti et al., 2021). Peningkatan produktivitas dan efisiensi budidaya kedelai dapat dicapai dengan penerapan teknologi spesifik lokasi, seperti penentuan syarat tumbuh optimal yang dilanjutkan dengan pemetaan lahan kedelai arah kesesuaian diperoleh dengan mengevaluasi kesesuaian lahan(Bakri & Darwis, 2021; Genaldo et al., 2020; Nugrahanto et al., 2021; Samsugi, Yusuf, et al., 2020; Valentin et al., 2020).

Evaluasi kesesuaian lahan merupakan proses penilaian potensi sumberdaya lahan berdasarkan kondisi yang sudah ada sebelumnya kesesuaian lahan(Anantama et al., 2020; Dita et al., 2021; Pindrayana et al., 2018; Samsugi & Burlian, 2019; Widodo et al., 2020). Teknik evaluasi kesesuaian lahan yang paling dasar yang sering digunakan adalah kesesuaian lahan kesesuaian dengan karakteristik lahan dan cuaca yang kemudian menghasilkan faktor pembatas(Kurniawan & Surahman, 2021; Riski et al., 2021; Rumlatur & Ohoiwutun, 2018; Samsugi, Ardiansyah, et al., 2018; Selamet et al., 2022; Utama & Putri, 2018). Itu pengembangan kecerdasan buatan juga dapat digunakan, seperti menerapkan metode pembelajaran mesin untuk data klasifikasi yang dalam penelitian ini adalah kesesuaian lahan kedelai(Andraini et al., n.d.; Gumantan & Mahfud, 2020; Puspaningrum et al., 2020; *A Sensor-Based Garbage Gas Detection System*, 2021; Suaidah, 2021). Penelitian sebelumnya telah menerapkan algoritma klasifikasi pohon keputusan spasial untuk mengevaluasi kesesuaian lahan untuk kedelai dan kelapa sawit, menghasilkan akurasi masing-masing 92,73% dan 98,18%(Nugroho et al., n.d.; Putri et al., 2020; Samsugi, Neneng, et al., 2021; Samsugi & Silaban, 2018). Namun, kedua penelitian ini tidak terlibat faktor cuaca/iklim yang merupakan unsur penting dalam menentukan kesesuaian lahan, sehingga perlu untuk dipelajari lebih lanjut(Budiman et al., 2019; Kristiawan et al., 2021; Lestari et al., 2020; Nisa & Samsugi, 2020; Prasetyawan et al., 2021; Samsugi et al., 2022; Samsugi & Suwanto, 2018). Dalam hal kinerja, algoritma pohon keputusan spasial merupakan perpanjangan dari ID3 pohon keputusan, dikembangkan menjadi algoritma C5.0 dengan akurasi yang lebih baik dan dapat menangani diskrit dan kontinu data(Hendrastuty et al., 2022a, 2022b; Nurkholis et al., 2021; Puspaningrum et al., 2022). Dengan demikian, penerapan algoritma C5.0 diharapkan dapat menghasilkan aturan dengan lebih banyak akurasi dan presisi yang optimal untuk pemetaan kesesuaian lahan kedelai.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model prediksi kesesuaian lahan berupa kebutuhan tumbuh di budidaya komoditas pertanian kedelai. Aturan diperoleh dengan menerapkan keputusan C5.0 algoritma pohon ke dataset yang diperoleh dari survei lapangan oleh Balai Besar Lahan Pertanian Indonesia Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya (BBSDLP). Algoritma C5.0 digunakan untuk mengekstraksi lahan kedelai kesesuaian dataset untuk menghasilkan aturan yang dapat menggambarkan pola data berdasarkan kelas, yang dalam penelitian ini mengacu terhadap FAO yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), tidak sesuai (N). Dengan dengan aturan ini, dimungkinkan untuk memetakan kesesuaian lahan kedelai berdasarkan karakteristik lahan dan cuaca secara daerah. Implikasinya, diharapkan dapat memberikan informasi kepada pihak terkait dalam menentukan prioritas kawasan untuk pengembangan/perluasan pertanian komoditas kedelai untuk meningkatkan produktivitasnya, mengurangi volume impor.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Studi Area**

Wilayah studi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dua wilayah yaitu Kabupaten Bogor (Provinsi Jawa Barat) dan Kabupaten Grobogan (Provinsi Jawa Tengah), dengan luas  $\pm 299.070$  hektar (ha) dan  $\pm 202.867$  ha masing-masing. Pemanfaatan Kabupaten Bogor sebagai tindak lanjut penelitian kesesuaian lahan kedelai sebelumnya menghasilkan model dengan akurasi yang cukup baik, yang artinya dapat dijadikan panutan bagi mewakili kesesuaian lahan kedelai yang optimal. Sedangkan Kabupaten Grobogan merupakan sentra utama kedelai produksi di Provinsi Jawa Tengah dengan kontribusi sebesar 43,08%, sehingga diharapkan juga dapat menjadi role model yang menghasilkan regulasi kesesuaian lahan yang optimal bagi daerah lain. Kedua set data kabupaten tersebut kemudian digabungkan untuk membentuk kumpulan data terpadu menjadi kumpulan data yang lebih kaya. Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu faktor penjelas dan target kelas. Faktor penjelas adalah sembilan kriteria tanam kedelai, termasuk tujuh karakteristik lahan yang diturunkan dari BBSDLP yaitu drainase, relief, pH tanah, tekstur tanah, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, dan kedalaman mineral tanah. Dua data cuaca berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), yaitu curah hujan dan suhu. Sedangkan kelas sasaran penelitian ini merepresentasikan lahan kedelai kelas kesesuaian yang diperoleh berdasarkan pemetaan sebelumnya oleh BBSDLP.

### **Pemrosesan Data**

Berdasarkan diagram alir penelitian pada Gambar 1, preprocessing data bertujuan untuk menghasilkan dataset non-spasial dalam format spreadsheet sehingga pemodelan dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma C5.0. Studi ini melakukan data pra-pemrosesan dalam tiga tahap: integrasi data spasial dan non-spasial, interpolasi lapisan cuaca, dan pembentukan dataset non-spasial. Dataset Kabupaten Bogor akan melewati tahap pertama karena sudah terbentuk pada penelitian sebelumnya, sehingga akan langsung menuju ke tahap kedua dan terakhir. Berikut penjelasannya dari setiap tahap:

a. Integrasi data spasial dan non spasial

Tahap preprocessing data pertama adalah mengintegrasikan data spasial dan non-spasial Grobogan Kabupaten yang diperoleh dari BBSDLP yaitu drainase, relief, kejenuhan basa, kapasitas tukar kation, tanah tekstur, pH tanah, dan kedalaman mineral tanah. Ketujuh variabel tersebut diperoleh dari BBSDLP dalam dua bentuk: spasial objek dalam format vektor dan atribut non-spasial dalam format spreadsheet, yang perlu digabungkan terlebih dahulu berdasarkan pada satuan peta tanah (SPT). SPT merupakan identitas dari suatu baris data yang terhubung dengan objek spasial, yang dalam penelitian ini adalah SPT dapat mewakili satu atau lebih dari beberapa objek spasial berbentuk poligon. Proses penggabungan dilakukan menggunakan Database Management System (DBMS) PostgreSQL versi 13.1. Tahap ini menghasilkan tujuh lapisan karakteristik lahan di Kabupaten Grobogan dengan atribut non spasial pada setiap objek spasialnya.

b. Interpolasi data cuaca

Pada tahap ini dilakukan interpolasi data cuaca untuk menghasilkan lapisan curah hujan dan suhu lapisan di Kabupaten Bogor dan Kabupaten Grobogan. Dalam interpolasi diperlukan suatu metode yang dalam penelitian ini menggunakan Cokriging Biasa (OCK) yang memiliki akurasi lebih baik dibandingkan dengan metode lain yaitu Ordinary Kriging (OK) dan Kriging dengan Eksternal Drift (KED). Interpolasi OCK membutuhkan dua atau lebih variabel yang berkorelasi, dimana variabel utama digunakan sebagai nilai yang akan didistribusikan, sedangkan variabel lainnya digunakan sebagai pendukung. Nilai curah hujan total dalam satu bulan digunakan sebagai variabel utama untuk interpolasi data curah hujan, dan variabel pendukungnya adalah nilai elevasi. Sedangkan pada interpolasi data suhu rata-rata

nilai suhu dalam sebulan digunakan sebagai variabel utama, dan variabel pendukung adalah nilai ketinggian. Itu penggunaan nilai elevasi sebagai variabel pendukung dalam interpolasi curah hujan dan suhu berdasarkan ketinggian mempengaruhi cuaca/iklim. Interpolasi OCK dilakukan dengan menggunakan koordinat beberapa cuaca terdekat stasiun dari lokasi di mana nilai cuaca dihasilkan sebagai titik distribusi untuk sekitarnya lokasi. Seluruh proses dibantu oleh ArcMap versi 10.3. Stasiun cuaca terdekat, bersama dengan nilai curah hujan dan suhu di Kabupaten Bogor dan Kabupaten Grobogan diperoleh dari BMKG secara online servis data.

c. Pembentukan dataset non-spasial

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini dilakukan pemodelan dengan menggunakan pohon keputusan C5.0 algoritma, yang tidak dapat menangani data spasial, sehingga perlu untuk membuat dataset non-spasial dalam spreadsheet format dulu.

Pembentukan dataset dilakukan dengan mengkonversi data spasial bertipe vektor yang direpresentasikan dalam poligon. Dalam penelitian ini, baris data (berisi atribut non-spasial berupa sembilan faktor penjelas dan target class) dipisahkan berdasarkan poligon. Artinya jika suatu kabupaten memiliki 100 poligon, maka akan menghasilkan dataset non spasial yang berisi 100 baris data. Pemisahan berdasarkan poligon disebabkan oleh kemungkinan memperoleh perbedaan nilai curah hujan dan suhu dari hasil penyisipan sebelumnya untuk setiap polygon bahkan dengan SPT yang sama.

### **Algoritma C5.0**

Algoritma C5.0 merupakan perpanjangan dari algoritma C4.5, yang memiliki kelebihan terutama dalam skala besar kumpulan data. Algoritma C5.0 lebih baik dari algoritma C4.5 pada efisiensi dan memori. Secara umum, alur proses pembuatan pohon pada algoritma C5.0 dan algoritma C4.5 serupa, dimana kedua algoritma melakukan perhitungan entropi dan gain. Algoritma C4.5 akan berhenti hanya pada perhitungan gain, sedangkan C5.0 algoritma akan melanjutkan dengan menghitung rasio gain berdasarkan gain dan nilai entropi. Nilai rasio keuntungan adalah digunakan untuk memilih atribut uji untuk setiap simpul di pohon. Atribut dengan nilai gain ratio tertinggi adalah dipilih sebagai induk dari node berikutnya. Persamaan 1 digunakan untuk menghitung nilai entropi.

$$Entropy(S) = -\sum p_i \log_2 m p$$

di mana adalah kumpulan data yang terdiri dari data sampel, adalah proporsi yang dapat dihitung dengan  $= \frac{n_i}{|s|}$  Adalah jumlah data yang termasuk dalam kelas , dan  $|s|$  adalah jumlah data dalam himpunan . Untuk menghitung kondisional entropi untuk atribut A, Persamaan 2 digunakan.

Algoritma C5.0 memecah data pelatihan berdasarkan atribut dengan keuntungan terbesar nilai informasi. Prosedur pemisahan berlanjut sampai tidak ada lagi subset data yang dapat dibagi. Untuk mendapatkan yang terbaik Hasilnya, evaluasi model dilakukan dengan menghitung akurasi, yang akan menunjukkan tingkat yang benar dari memprediksi data terhadap data yang sebenarnya. Semakin tinggi nilai akurasi berarti semakin rendah prediksi data uji error sehingga model memiliki performansi yang baik. Metode evaluasi penelitian ini adalah K-fold cross-validation, dimana membagi himpunan sampel secara acak menjadi k himpunan bagian. Dalam metode ini, diulang k kali untuk pelatihan dan pengujian data. Satu subset digunakan untuk pengujian di setiap iterasi, sedangkan subset yang tersisa digunakan untuk pelatihan. Akurasi diperoleh berdasarkan data uji terhadap model klasifikasi menggunakan Persamaan 5.

$$Akurasi(\%) = \frac{\sum Test\ data\ is\ correctly\ classified}{\sum Test\ data} \times 100$$

### **Visualisasi Model Kesesuaian Lahan**

Pada tahap akhir dilakukan visualisasi untuk model terbaik yang menggambarkan lahan kedelai aturan kesesuaian. Selanjutnya, peta kesesuaian lahan kedelai juga divisualisasikan

di dua wilayah studi, yaitu Kabupaten Bogor dan Kabupaten Grobogan, berdasarkan hasil model terbaik. Proses visualisasi dilakukan menggunakan ArcMap untuk menghasilkan peta spasial.

### **Hasil Dan Diskusi**

Tahap preprocessing data menghasilkan 388 baris data, kombinasi dari 238 baris dari Bogor Kabupaten, sedangkan 150 deret dari Kabupaten Grobogan. Dataset gabungan memiliki sepuluh atribut yang terdiri dari: sembilan factor penjelas dan kelas target. Daftar atribut, tipe data, dan level setiap atribut.

#### **C5.0 Untuk Kesesuaian Lahan Kedelai**

Pemodelan pohon keputusan C5.0 dilakukan menggunakan R versi 4.0.3 dengan memanfaatkan library C50. Dua Variasi model dihasilkan sebagai pembanding untuk mendapatkan hasil rule terbaik, terutama dalam hal akurasi. Variasi model dibuat berdasarkan metode validasi silang K-Fold, dimana variasi pertama menggunakan  $K = 5$ , kemudian variasi kedua menggunakan  $K = 10$ . Pada variasi model cross-validation 5 kali, data dibagi menjadi lima lipatan. Variasi ini menghasilkan 5 partisi model di mana empat lipatan digunakan sebagai data pelatihan, dan satu lipatan digunakan sebagai data uji. Data latih digunakan untuk membentuk model klasifikasi, sedangkan data uji digunakan untuk menghitung akurasi model klasifikasi. Selanjutnya, variasi model validasi silang 10 kali lipat juga menggunakan yang sama konsepnya, hanya berbeda pada jumlah lipatannya, yaitu 10.

#### **Evaluasi Model**

Hasil penerapan algoritma C5.0 pada model diuji menggunakan validasi silang metode evaluasi dengan variasi 5 kali lipat (selanjutnya disebut model X) dan 10 kali lipat (selanjutnya disebut model X) dan 10 kali lipat (selanjutnya disebut model X). disebut sebagai model Y). menunjukkan bahwa iterasi 1 dan 3 menghasilkan model partisi terbaik untuk data latih dengan lebih baik akurasi, yaitu 99,03%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kemiripan pada data latih sangat tinggi sehingga model dapat merepresentasikannya dengan baik ketika diuji kembali pada data latih. Namun berbeda jika model partisi iterasi 1 dan 3 diuji menggunakan data uji, dimana akurasi menurun secara signifikan yaitu  $\pm 5\%$ . Ini menunjukkan bahwa dua dataset partisi tidak dapat mewakili setiap data dalam data uji, yang berarti bahwa kesamaan antara data pelatihan dan data uji tidak tinggi. Selanjutnya, partisi model terbaik dihasilkan pada iterasi 4, yang memperoleh akurasi yang sama dalam pengujian data latih dan data uji, yaitu 98,71% dan 98,7%, dimana akurasi tidak terpaut jauh jika dibandingkan dengan akurasi tertinggi, yaitu 98,71% dibandingkan 99,03%. Secara umum 5 menjelaskan bahwa model yang dihasilkan memiliki akurasi rata-rata yang sangat baik, dimana akurasi data latih sedikit lebih tinggi dari akurasi data uji.

partisi model yang dihasilkan pada iterasi 8 adalah model partisi terbaik dengan akurasi 99,43% pada data latih dan 100% pada data uji. Ini berbanding terbalik dengan partisi model pada iterasi 5 dan 6, yang memiliki akurasi terendah. Keragaman data dapat menyebabkan perbedaan ini, di mana semakin rendah keragaman data pada partisi model, semakin tinggi akurasinya. Ini berarti menggunakan perhitungan entropi dalam algoritma C5.0, yang membentuk aturan yang mewakili mayoritas data. Berdasarkan struktur pohon keputusan, baik model X maupun Y menjadikan atribut kemiringan lahan sebagai simpul akar. Ini menunjukkan bahwa nilai gain atribut land slope paling tinggi dibandingkan dengan atribut lainnya. Nilai keuntungan yang tinggi pada algoritma C5.0 dipengaruhi oleh nilai entropi yang diperoleh melalui penghitungan keragaman atribut. Artinya tingkat keragaman atribut kemiringan lahan paling rendah untuk kedua model, menghasilkan gain tertinggi nilai, yang kemudian digunakan sebagai simpul akar. Merujuk pada penelitian sebelumnya, atribut kemiringan lahan digunakan sebagai akar node juga memperkuat hasil yang sama yang diperoleh dengan menggunakan algoritma pohon keputusan spasial. Berbeda dengan atribut keterlibatan dalam pengambilan keputusan, jika semua atribut terlibat dalam penelitian sebelumnya, tiga atribut tidak terlibat dalam dua model penelitian ini. Ketiga atribut tersebut adalah kapasitas tukar kation, kedalaman mineral tanah, dan non-involvement ini berarti ketiga atribut tersebut tidak esensial untuk menentukan kelas kesesuaian lahan, yang dalam penelitian ini adalah komoditas kedelai.

Berdasarkan analisis model X dan Y didapatkan bahwa secara total partisi model X dapat dikatakan lebih baik daripada partisi model Y. Ini karena akurasi total yang diperoleh menggunakan validasi silang 5 kali lipat dari data latih dan data uji tidak berbeda nyata yaitu 1,41%. Artinya, aturan yang dihasilkan oleh model X dapat mewakili lebih banyak data uji dibandingkan dengan model Y. Namun, dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yang diperoleh akurasi 92,37% [13], dua model yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih baik. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa algoritma C5.0 memiliki performansi yang lebih baik daripada algoritma pohon keputusan spasial. Selanjutnya, berdasarkan model Analisis X, model partisi pada iterasi 4 merupakan partisi terbaik, yang menghasilkan 15 aturan kesesuaian lahan untuk kedelai. Misalnya, aturan yang terbentuk adalah sebagai berikut:

- a. JIKA kemiringan tanah = curam ATAU sangat curam DAN tekstur tanah = sangat halus ATAU halus ATAU agak licin ATAU kasar KEMUDIAN kelas kesesuaian lahan = N, tidak sesuai.
- b. JIKA kemiringan lahan = curam DAN tekstur tanah = agak kasar DAN suhu  $\leq$  25,02 MAKA kesesuaian lahan kelas = N, tidak cocok
- c. JIKA kemiringan lahan = curam DAN tekstur tanah = agak kasar DAN suhu  $>$  25,02 MAKA kesesuaian lahan kelas = S3, cocok sedikit
- d. JIKA kemiringan lahan = sangat curam DAN tekstur tanah = agak kasar DAN curah hujan  $\leq$  163,26 MAKA kesesuaian lahan kelas = S3, cocok sedikit

e. JIKA kemiringan lahan = sangat curam DAN tekstur tanah = agak kasar DAN curah hujan > 163,26 MAKA kesesuaian lahan kelas = N, tidak cocok  
Secara keseluruhan aturan yang dihasilkan dari model X dan Y tidak memuat kelas kesesuaian lahan S1. Ini hasil dapat disebabkan karena jumlah sampel data untuk kelas S1 yang sedikit, sehingga algoritma C5.0 tidak mempertimbangkan itu untuk mewakili mayoritas data. Hal ini didukung oleh sebaran kelas kesesuaian lahan, yang menunjukkan bahwa jumlah kelas S1 hanya 1 dari 388.

### **Kesesuaian Lahan Pada Peta**

Hasil rule didapatkan dari model terbaik, kemudian divisualisasikan ke dalam peta spasial. Visualisasi diterapkan pada data karakteristik lahan dan cuaca di Kabupaten Bogor dan Kabupaten Grobogan untuk melihat perbedaannya antara model dan BBSDLP. Perbandingan peta kesesuaian lahan kedelai BBSDLP dan model X di Kabupaten Bogor dan Grobogan. diketahui ada perubahan yang signifikan yaitu absennya kelas S1 di map versi model X di Kabupaten Bogor, sedangkan versi BBSDLP sebenarnya ada. Perbedaan ini dapat dilihat dari tepi poligon merah, yang berbeda dari data sebenarnya dari versi BBSDLP. Ini adalah implikasi dari aturan yang diperoleh yang tidak mengandung kelas S1. Berbeda dengan peta kesesuaian lahan kedelai di Kabupaten Grobogan, dimana tidak terdapat perbedaan antara versi model dan versi BBSDLP artinya aturan yang dihasilkan dapat mengklasifikasikan keseluruhan Dataset Grobogan dengan benar. Selanjutnya tingkat keragaman data di Kabupaten Bogor yang lebih tinggi dari itu Kabupaten Grobogan, juga dapat menimbulkan kesalahan pada aturan yang dihasilkan, sehingga ketika diterapkan pada data uji, hasilnya berbeda dengan data sebenarnya. Sebagai tindak lanjut untuk memberikan informasi kesesuaian lahan kedelai kelas, perhitungan setiap area kesesuaian lahan dilakukan dengan menggunakan fungsi ST\_Area di PostgreSQL. Kelas kesesuaian lahan kedelai di Kabupaten Bogor dan Grobogan.

Terdapat perbedaan kelas kesesuaian lahan kedelai yang cukup besar antar model hasil dan versi BBSDLP khususnya di Kabupaten Bogor. Perbedaan tersebut antara lain tidak adanya kelas S1 berdasarkan hasil model dan peningkatan kesesuaian lahan untuk kelas S2 dan S3. Perbedaan ini menyiratkan diperoleh hasil akurasi sebesar 96,91% yang berarti tidak semua data dapat diprediksi dengan benar. kelas kesesuaian lahan kedelai yang paling banyak di Kabupaten Bogor dan Kabupaten Grobogan adalah S3, N, dan S2 masing-masing. Untuk mengetahui pengembangan kawasan pertanian kedelai di Kabupaten Bogor dan Grobogan Kabupaten, dapat memprioritaskan wilayah kelas S2 dan S3 sebagai prioritas. Selanjutnya, berdasarkan Pangan dan Pertanian Organization (FAO), kelas kesesuaian lahan dapat ditingkatkan dengan meningkatkan kualitas lahan, seperti kelas S2 dapat ditingkatkan ke S1. Peningkatan kualitas lahan dapat dilakukan dengan menyesuaikan nilai berdasarkan kriteria tanam. Misalnya pH tanah yang awalnya asam kemudian berubah menjadi agak asam (kriteria tanam untuk kelas S1) dengan cara :  
menambahkan nutrisi dan atribut lainnya.

---

### **SIMPULAN**



Penelitian ini menghasilkan dua model prediksi kesesuaian lahan kedelai dengan menggunakan algoritma C5.0 pada wilayah studi Kabupaten Bogor dan Kabupaten Grobogan. Model terbaik diperoleh berdasarkan validasi silang 5 kali lipat metode evaluasi yang menghasilkan akurasi data latih sebesar 98,58%, sedangkan data uji 97,17%. Kedua model menjadikan atribut kemiringan lahan sebagai simpul akar dalam struktur pohon keputusan, dimana model terbaik menghasilkan 69 aturan. Secara total, kedua model juga tidak melibatkan tiga atribut: kapasitas tukar kation, kedalaman mineral tanah, dan curah hujan. Atribut yang tidak terlibat dalam model menunjukkan bahwa atribut tersebut tidak terlalu penting untuk menentukan kesesuaian lahan kedelai. Rekomendasi kesesuaian lahan yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai rekomendasi bagi pihak terkait dalam perluasan areal usahatani kedelai untuk meningkatkan produksi kedelai. Pengembangan untuk penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan antara lain 1) Untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih reliabel, dapat dilakukan pengujian terhadap data kesesuaian lahan di kabupaten lain, 2) Sistem informasi geografis untuk pemetaan yang lebih tepat dengan melibatkan data lahan garapan yang legal (bukan kawasan hutan lindung/kawasan khusus yang tidak dapat ditanam sesuai dengan keputusan negara) serta informasi yang lebih akurat tentang pemukiman manusia.

## REFERENSI

- Agung, P., Iftikhor, A. Z., Damayanti, D., Bakri, M., & Alfarizi, M. (2020). Sistem Rumah Cerdas Berbasis Internet of Things Dengan Mikrokontroler Nodemcu Dan Aplikasi Telegram. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 8–14.
- Ahdan, S., & Susanto, E. R. (2021). IMPLEMENTASI DASHBOARD SMART ENERGY UNTUK PENGONTROLAN RUMAH PINTAR PADA PERANGKAT BERGERAK BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Jurnal Teknoinfo*, 15(1), 26–31.
- Ahdan, S., Susanto, E. R., & Syambas, N. R. (2019). Proposed Design and Modeling of Smart Energy Dashboard System by Implementing IoT (Internet of Things) Based on Mobile Device. *2019 IEEE 13th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*, 194–199.
- Ahmad, I., Surahman, A., Pasaribu, F. O., & Febriansyah, A. (2018). Miniatur Rel Kereta Api Cerdas Indonesia Berbasis Arduino. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2).
- Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 29–34.
- Andraini, L., Indonesia, U. T., Lampung, B., Indonesia, U. T., Lampung, B., Surahman, A., Indonesia, U. T., & Lampung, B. (n.d.). *Design And Implementation Of 02244 TDS Meter Gravity Sensor And 4502C pH Sensor On Hydroponic*.
- Arrahman, R. (2021). Automatic Gate Based on Arduino Microcontroller Uno R3. *Jurnal Robotik*, 1(1), 61–66.
- Arrahman, R. (2022). Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3. *Jurnal Portal Data*, 2(2), 1–14. <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/78>
- Astuti, M., Suwarni, E., Fernando, Y., Samsugi, S., Cinthya, B., & Gema, D. (2022). Pelatihan Membangun Karakter Entrepreneur Melalui Internet Of Things bagi Siswa SMK Al-Hikmah, Kalirejo, Lampung Selatan. *Comment: Community Empowerment*, 2(1), 32–41.
- Bakri, M., & Darwis, D. (2021). *PENGUKUR TINGGI BADAN DIGITAL ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO DENGAN LCD DAN OUTPUT*. 2, 1–14.

- Bangun, R., Monitoring, S., Gunung, A., Krakatau, A., & Iot, B. (2018). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Aktivitas Gunung Anak Krakatau Berbasis IoT*. 31(1), 14–22.
- Borman, R. I., Syahputra, K., Jupriyadi, J., & Prasetyawan, P. (2018). Implementasi Internet Of Things pada Aplikasi Monitoring Kereta Api dengan Geolocation Information System. *Seminar Nasional Teknik Elektro, 2018*, 322–327.
- Budiman, A., Samsugi, S., & Indarto, H. (2019). SIMULASI PERBANDINGAN DYNAMIC ROUTING PROTOCOL OSPF PADA ROUTER MIKROTIK DAN ROUTER CISCO MENGGUNAKAN GNS3 UNTUK MENGETAHUI QOS TERBAIK. *Seminar Nasional Teknik Elektro, 4*(1), 16–20.
- Dita, P. E. S., al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 2*(1), 121–135.
- Fachri, M. R., Sara, I. D., & Away, Y. (2015). Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time. *Jurnal Rekayasa Elektrika, 11*(4), 123. <https://doi.org/10.17529/jre.v11i3.2356>
- Genaldo, R., Septyawan, T., Surahman, A., & Prasetyawan, P. (2020). Sistem Keamanan Pada Ruang Pribadi Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 1*(2), 13–19.
- Gumantan, A., & Mahfud, I. (2020). Pengembangan Alat Tes Pengukuran Kelincahan Menggunakan Sensor Infrared. In *Jendela Olahraga* (Vol. 5, Issue 2). Universitas PGRI Semarang.
- Gunawan, I. K. W., Nurkholis, A., & Sucipto, A. (2020). Sistem monitoring kelembaban gabah padi berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 1*(1), 1–7.
- Hafidhin, M. I., Saputra, A., Ramanto, Y., & Samsugi, S. (2020). Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 1*(2), 26–33.
- Hariadi, E., Anistyasari, Y., Zuhrie, M. S., & Putra, R. E. (2022). Mesin Oven Pengereng Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT). *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET), 2*(1), 18–23. <https://doi.org/10.26740/inajet.v2n1.p18-23>
- Hendrastuty, N., An'Ars, M. G., Damayanti, D., Samsugi, S., Paradisiaca, M., Hutagalung, S., & Mahendra, A. (2022a). Pelatihan Jaringan Komputer (Microtik) Untuk Menambah Keahlian Bagi Siswa Sman 8 Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS), 3*(2), 209. <https://doi.org/10.33365/jsstcs.v3i2.2105>
- Hendrastuty, N., An'Ars, M. G., Damayanti, D., Samsugi, S., Paradisiaca, M., Hutagalung, S., & Mahendra, A. (2022b). Pelatihan Penulisan Artikel Populer Untuk Menunjang Kenaikan Pangkat Bagi Guru Di Sman 4 Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS), 3*(2), 301. <https://doi.org/10.33365/jsstcs.v3i2.2212>
- Electrical Load Forecasting Using Customers Clustering and Smart Meters in Internet of Things, 9th International Symposium on Telecommunication: With Emphasis on Information and Communication Technology, IST 2018 113 (2019). <https://doi.org/10.1109/ISTEL.2018.8661071>
- Isnain, A. R., Sintaro, S., & Ariany, F. (2021). *Penerapan Auto Pump Hand Sanitizer Berbasis Iot*. 2(2), 63–71.
- Kristiawan, N., Ghafaral, B., Borman, R. I., & Samsugi, S. (2021). Pemberi Pakan dan Minuman Otomatis Pada Ternak Ayam Menggunakan SMS. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 2*(1), 93–105.
- Kurniawan, F., & Surahman, A. (2021). SISTEM KEAMANAN PADA PERLINTASAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam, 2*(1), 7–12.
- Lestari, I. D., Samsugi, S., & Abidin, Z. (2020). Rancang Bangun Sistem Informasi Pekerjaan Part Time Berbasis Mobile Di Wilayah Bandar Lampung. *TELEFORTECH: Journal of Telematics and Information Technology, 1*(1), 18–21.
- Nisa, K., & Samsugi, S. (2020). Sistem Informasi Izin Persetujuan Penyitaan Barang Bukti Berbasis Web Pada Pengadilan Negeri Tanjung Karang Kelas IA. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS), 1*(1), 13–21.

- Nugrahanto, I., Sungkono, S., & Khairuddin, M. (2021). *SOLAR CELL OTOMATIS DENGAN PENGATURAN DUAL AXIS TRACKING SYSTEM MENGGUNAKAN ARDUINO UNO*. 10(1), 11–16.
- Nugroho, R. A., Gunawan, R. D., & Prasetyawan, P. (n.d.). *Sistem Keamanan Kap Mobil Menggunakan Fingerprint Berbasis Mikrokontroler*. 2(1), 1–9.
- Nurdiansyah, M., Sinurat, E. C., Bakri, M., & Ahmad, I. (2020). Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 7–12.
- Nurkholis, A., Damayanti, D., Samsugi, S., Fitratullah, M., Permatasari, B., Widodo, T., & Meilisa, L. (2021). Pelatihan Customer Service Untuk Tenaga Kependidikan Smkn 2 Kalianda. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 2(2), 167–172.
- Persada Sembiring, J., Jayadi, A., Putri, N. U., Sari, T. D. R., Sudana, I. W., Darmawan, O. A., Nugroho, F. A., & Ardiantoro, N. F. (2022). PELATIHAN INTERNET OF THINGS (IoT) BAGI SISWA/SISWI SMKN 1 SUKADANA, LAMPUNG TIMUR. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 3(2), 181. <https://doi.org/10.33365/jsstcs.v3i2.2021>
- Pindrayana, K., Borman, R. I., Prasetyo, B., & Samsugi, S. (2018). Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2).
- Prasetyawan, P., Samsugi, S., & Prabowo, R. (2021). Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar. *Jurnal ELTIKOM*, 5(1), 32–39. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v5i1.239>
- Puspaningrum, A. S., Firdaus, F., Ahmad, I., & Anggono, H. (2020). Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 1–10.
- Puspaningrum, A. S., Pratiwi, D., Susanto, E. R., Samsugi, S., Kurniawan, W., & Hasbi, F. A. (2022). *Latih Karya*. 3(2), 224–232.
- Putra, A., Indra, A., & Afriyastuti, H. (2019). *PROTOTYPE SISTEM IRIGASI OTOMATIS BERBASIS PANEL SURYA MENGGUNAKAN METODE PID DENGAN SISTEM MONITORING IoT*. Universitas Bengkulu.
- Putra, A. R. (2018). *APLIKASI MONITORING KEBOCORAN GAS BERBASIS ANDROID DAN INTERNET OF THINGS DENGAN FIREBASE REALTIME SYSTEM*. Perpustakaan Teknokrat.
- Putri, N. U., Oktarin, P., & Setiawan, R. (2020). Pengembangan Alat Ukur Batas Kapasitas Tas Sekolah Anak Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 1(1), 14–22. <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1.189>
- Rahmanto, Y., Burlian, A., & Samsugi, S. (2021). SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA AKUAPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 1–6.
- Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S., & Riskiono, S. D. (2020). Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 23–28.
- Ramdan, S. D., & Utami, N. (2020). Pengembangan Koper Pintar Berbasis Arduino. *Journal ICTEE*, 1(1), 4–8. <https://doi.org/10.33365/jictee.v1i1.699>
- Riski, M., Alawiyah, A., Bakri, M., & Putri, N. U. (2021). Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 67–79.
- Rumalutur, S., & Ohoiwutun, J. (2018). Sistem Kendali Otomatis Panel Penerangan Luar Menggunakan Timer Theben Sul 181 H Dan Arduino Uno R3. *Electro Luceat*, 4(2), 43–51. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v4i2.143>
- Samsugi, S. (2017). Internet of Things (iot): Sistem Kendali jarak jauh berbasis Arduino dan Modul wifi Esp8266. *ReTII*.
- Samsugi, S., Ardiansyah, A., & Kastutara, D. (2018). Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 12(1), 23–27.

- Samsugi, S., Bakri, M., Chandra, A., & ... (2022). Pelatihan Jaringan Dan Troubleshooting Komputer Untuk Menambah Keahlian Perangkat Desa Mukti Karya Kabupaten Mesuji. *Jurnal WIDYA*, ..., 2(1), 155–160. <https://www.jurnalwidyalaksmi.com/index.php/jwl/article/view/31%0Ahttps://www.jurnalwidyalaksmi.com/index.php/jwl/article/download/31/24>
- Samsugi, S., & Burlian, A. (2019). Sistem penjadwalan pompa air otomatis pada aquaponik menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3. *PROSIDING SEMNASTEK 2019*, 1(1).
- Samsugi, S., Ismail, I., Tohir, A., & Rojat, M. R. (2023). *Workshop Pembuatan Kode Program Mobil RC Berbasis IoT*. 1(3), 162–167.
- Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17–22.
- Samsugi, S., Neneng, N., & Aditama, B. (2018). *IoT: kendali dan otomatisasi si parmin (studi kasus peternak Desa Galih Lunik Lampung Selatan)*.
- Samsugi, S., Neneng, N., & Suprpto, G. N. F. (2021). Otomatisasi Pakan Kucing Berbasis Mikrokontroler Intel Galileo Dengan Interface Android. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 5(1), 143–152.
- Samsugi, S., Nurkholis, A., Permatasari, B., Candra, A., & Prasetyo, A. B. (2021). Internet of Things Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Siswa. *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, 2(2), 174.
- Samsugi, S., & Silaban, D. E. (2018). PROTOTIPE CONTROLLING BOX PEMBERSIH WORTEL BERBASIS MIKROKONTROLER. *ReTII*.
- Samsugi, S., & Suwanto, A. (2018). Pemanfaatan Peltier dan Heater Sebagai Alat Pengontrol Suhu Air Pada Bak Penetasan Telur Ikan Gurame. *Conf. Inf. Technol*, 295–299.
- Samsugi, S., & Wajiran, W. (2020). IOT: Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindari Perampasan Sepeda Motor. *Jurnal Teknoinfo*, 14(2), 99–105.
- Samsugi, S., Yusuf, A. I., & Trisnawati, F. (2020). Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1.188>
- A Sensor-based Garbage Gas Detection System*, 1347 (2021) (testimony of Junaidy B. Sanger, Lanny Sitanayah, & Imam Ahmad). <https://doi.org/10.1109/CCWC51732.2021.9376147>
- Selamet, S., Rahmat Dedi, G., Adhie, T., & Agung Tri, P. (2022). Penerapan Penjadwalan Pakan Ikan Hias Molly Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO dan Sensor RTC DS3231. *Jtst*, 3(2), 44–51.
- Silvia, A. F., Haritman, E., & Muladi, Y. (2016). Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android. *Electrans*, 13(1), 1–10.
- Sintaro, S., Surahman, A., & Pranata, C. A. (2021). Sistem Pengontrol Cahaya Pada Lampu Tubular Daylight Berbasis Iot. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 28–35.
- Suaidah, S. (2021). Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 02(02). <https://ejournal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/1341>
- Utama, S., & Putri, N. U. (2018). Implementasi Sensor Light Dependent Resistor (LDR) Dan LM35 Pada Prototipe Atap Otomatis Berbasis Arduino. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2).
- Utami, Y. T., & Rahmanto, Y. (2021). Rancang Bangun Sistem Pintu Parkir Otomatis Berbasis Arduino Dan Rfid. *Jtst*, 02(02), 25–35.
- Valentin, R. D., Diwangkara, B., Jupriyadi, J., & Riskiono, S. D. (2020). Alat Uji Kadar Air Pada Buah Kakao Kering Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 28–33.
- Wajiran, W., Riskiono, S. D., Prasetyawan, P., & Iqbal, M. (2020). Desain Iot Untuk Smart Kumbang Thinkspeak Dan Nodemcu. *POSITIF: Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 6(2), 97–103.

- Widodo, T., Irawan, B., Prastowo, A. T., & Surahman, A. (2020). Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 1*(2), 1–6.
- Yulianti, T., Samsugi, S. S., Nugroho, A., Anggono, H., Nugroho, P. A., & Anggono, H. (2021). Rancang Bangun Pengusir Hama Babi Menggunakan Arduino dengan Sensor Gerak. *Jtst, 02*(1), 21–27.
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer, 1*(1), 22–27.