

**SISTEM PREDIKSI PREDIKAT KELULUSAN MAHASISWA
MENGUNAKAN METODE REGRESI LOGISTIK
MULTINOMIAL**

SKRIPSI

Oleh:
SALMA FATIA
NIM. 17650017



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**SISTEM PREDIKSI PREDIKAT KELULUSAN MAHASISWA
MENGUNAKAN METODE REGRESI LOGISTIK
MULTINOMIAL**

SKRIPSI

Oleh:
SALMA FATIA
NIM. 17650017

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

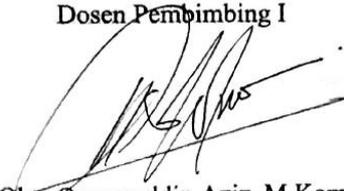
**SISTEM PREDIKSI PREDIKAT KELULUSAN MAHASISWA
MENGUNAKAN METODE REGRESI LOGISTIK
MULTINOMIAL**

SKRIPSI

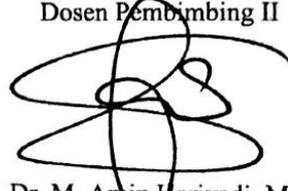
Oleh:
SALMA FATIA
NIM. 17650017

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 04 November 2022

Dosen Pembimbing I


Oka Oomaruddin Aziz, M.Kom
NIP. 19911019 201903 1 013

Dosen Pembimbing II


Dr. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670118 200501 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

**SISTEM PREDIKSI PREDIKAT KELULUSAN MAHASISWA
MENGUNAKAN METODE REGRESI LOGISTIK
MULTINOMIAL**

SKRIPSI

Oleh:
SALMA FATIA
NIM. 17650017

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom)
Pada Tanggal: 04 November 2022

Susunan Dewan Penguji

1. Ketua Penguji : Dr. Ririen Kusumawati, M.Kom
NIP. 19720309 200501 2 002
2. Anggota Penguji I : Puspa Miladin Nuraida, M.Kom
NIP. 19930828 201903 2 018
3. Anggota Penguji II : Okta Oomaruddin Aziz, M.Kom
NIP. 19911019 201903 1 013
4. Anggota Penguji III: Dr. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670118 200501 1 001

()
()
()
()

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



()
Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salma Fatia

NIM : 17650017

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Sistem Prediksi Predikat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan
Metode Regresi Logistik Multinomial

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 04 November 2022

Yang membuat pernyataan,



Salma Fatia

NIM. 17650017

MOTTO

“Don’t demand that things happen as you wish, but wish that they happen as they do happen and you will go on well.”

Epictetus

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Penulis persembahkan skripsi ini kepada keluarga penulis, terutama untuk alm. ayahanda Suleman Mayanto dan ibunda Eliya Usman yang telah banyak memberikan pelajaran kehidupan kepada penulis lewat kerja keras, kesabaran, dan kesederhanaan mereka. Teruntuk pula ayah Akhmad Yani yang turut mendukung penulis saat ini. Terakhir, untuk abang penulis Chindo Indra Ripuan atas saran dan semangat yang diberikannya kepada penulis agar mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Semoga kasih sayang Allah *subhanahu wa ta'ala* selalu menyertai mereka.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta shalawat beriring salam tak lupa dihanturkan kepada baginda Rasulullah *shalallahu 'alaihi wa sallam* sehingga penulis mampu merampungkan penulisan skripsi yang berjudul **“Sistem Prediksi Predikat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Metode Regresi Logistik Multinomial”** sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Skripsi ini tidak dapat terwujud tanpa adanya doa, bantuan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, ST., M.MT., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Okta Qomaruddin Aziz, M.Kom selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing, memberi saran dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. M. Amin Hariyadi, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang juga bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberi arahan kepada penulis d.

6. Dr. Ririen Kusumawati, M.Kom dan Puspa Miladin Nuraida, M.Kom selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan masukan membangun kepada penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh Dosen dan Jajaran Staf Program Studi Teknik Informatika yang telah mengajarkan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
8. Orang tua penulis yang sabar dan senantiasa mendukung sehingga penulis mampu bertahan dan menyelesaikan skripsi ini.
9. Saudara kandung penulis yang menerima menjadi tempat curhat serta teman bertukar pikiran bagi penulis.
10. Teman-teman Teknik Informatika Angkatan 2017 UNOCORE yang telah memberikan banyak pengalaman, dukungan, dan bantuan berharga.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan sehingga penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat tidak hanya bagi penulis namun juga bagi para pembaca.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah	8
BAB II STUDI PUSTAKA	10
2.1 Penelitian Terkait	10
2.2 Predikat Kelulusan Mahasiswa	13
2.3 Faktor Predikat Kelulusan Mahasiswa	14
2.3 Regresi Logistik Multinomial	17
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	20
3.1 Desain Penelitian	20
3.2 Pengumpulan Data	21
3.3 Desain Sistem.....	22
3.4 Persiapan Data	23
3.5 <i>Modeling</i>	25
3.5.1 Uji Asumsi Regresi	27
3.5.2 Uji Independensi Parameter	29
3.5.3 Uji Signifikansi Parameter.....	30
3.5.3.1 Uji Serentak.....	31
3.5.3.2 Uji Parsial.....	31
3.5.4 Model Logistik.....	33
3.5.5 Evaluasi Model	35
3.6 <i>Deployment</i> Sistem	37

3.7 Implementasi Sistem	39
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN	41
1.1 Skenario Pengujian	41
1.2 Hasil Uji Coba.....	44
1.3 Pembahasan.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Karakteristik dari Dataset.....	23
Tabel 3.2 Sampel Dataset.....	25
Tabel 3.3 Hasil Uji Normalitas.....	28
Tabel 3.4 Hasil Uji Homogenitas	28
Tabel 3.5 Hasil Uji <i>One-Way ANOVA</i>	29
Tabel 4.1 Sampel Data <i>Training</i>	42
Tabel 4.2 Sampel Data <i>Testing</i>	43
Tabel 4.3 Penilaian Akurasi	43
Tabel 4.4 Hasil Prediksi Mahasiswa Tahun 2014-2016	44
Tabel 4.5 <i>Multiclass Confusion Matrix</i> untuk Kelas Pujian	45
Tabel 4.6 <i>Multiclass Confusion Matrix</i> untuk Kelas Sangat Memuaskan	46
Tabel 4.7 <i>Multiclass Confusion Matrix</i> untuk Kelas Memuaskan	46
Tabel 4.8 <i>Multiclass Confusion Matrix</i> untuk Kelas Cukup.....	46
Tabel 4.9 Kalkulasi <i>Multiclass Confusion Matrix</i>	47
Tabel 4.10 Hasil Prediksi Mahasiswa Tahun 2017	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Desain Penelitian	20
Gambar 3.2 Desain Sistem	22
Gambar 3.3 Distribusi Dataset yang Tidak Seimbang	24
Gambar 3.4 Distribusi Dataset yang seimbang	25
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Regresi Logistik Multinomial	27
Gambar 3.6 <i>Source Code</i> Uji Signifikansi Parameter	31
Gambar 3.7 Estimasi Parameter secara Serentak	31
Gambar 3.8 Estimasi Parameter secara Parsial	33
Gambar 3.9 <i>Source Code</i> Implementasi Regresi Logistik Multinomial	35
Gambar 3.10 <i>Source Code Confusion Matrix</i>	36
Gambar 3.11 <i>Source Code Deployment Flask</i>	38
Gambar 3.12 Lanjutan <i>Source Code Deployment Flask</i>	38
Gambar 3.13 <i>Deployment Sistem</i> pada Heroku	39
Gambar 4.1 <i>Multiclass Confusion Matrix</i> Predikat Kelulusan Mahasiswa....	45

ABSTRAK

Fatia, Salma. 2022. **Sistem Prediksi Predikat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Metode Regresi Logistik Multinomial**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Okta Qomaruddin Aziz, M.Kom, (II) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T

Kata kunci: Predikat Kelulusan, Prediksi, Regresi Logistik, *Machine Learning*

Peningkatan kualitas pendidikan merupakan hal yang penting bagi lembaga pendidikan, termasuk perguruan tinggi. Perguruan tinggi yang berkualitas dapat dilihat dari catatan prestasi akademik mahasiswa yang sangat baik selama menempuh studi di perguruan tinggi bersangkutan sedangkan prestasi akademik yang rendah perlu menjadi perhatian bagi lembaga perguruan tinggi supaya menghasilkan lulusan yang berkualitas. Sebagai sarana dalam mewujudkan peningkatan kualitas lulusan maka diperlukan sistem yang dapat memprediksi prestasi akademik mahasiswa berdasarkan tingkat gelar atau predikat kelulusan. Metode regresi logistik multinomial dianggap sebagai salah satu metode yang tepat karena kriteria predikat kelulusan terdiri dari empat tingkatan. Selain itu, regresi logistik multinomial juga dapat mengidentifikasi faktor kesuksesan yang paling berpengaruh terhadap predikat kelulusan mahasiswa. Peneliti mengumpulkan total 229 data akademik mahasiswa tahun 2014-2017 pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Variabel yang digunakan sebagai prediktor adalah Indeks Prestasi (IP) selama empat semester awal. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sistem dapat memprediksi predikat kelulusan mahasiswa dengan baik, dengan nilai akurasi sebesar 82,61%, presisi 82,61%, *recall* 82,61%, dan *micro f1-score* 82%. Berdasarkan pengamatan dari hasil prediksi dini predikat kelulusan, diketahui mahasiswa tahun 2017 memiliki potensi paling besar untuk lulus dengan pujian sebesar 42,98% apabila masa studi delapan semester. Potensi kedua adalah lulus dengan predikat sangat memuaskan sebesar 21,05%, kemudian predikat cukup sebesar 19,30%, dan terakhir predikat memuaskan sebesar 16,67%. Dari pengujian estimasi parameter, IP semester tiga dan empat menunjukkan signifikansi yang lebih baik daripada IP semester satu dan dua.

ABSTRACT

Fatia, Salma. 2022. **Prediction System of Student Graduation Predicate Using Multinomial Logistic Regression Method**. Thesis. Informatics Engineering, Faculty of Science & Technology. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Okta Qomaruddin Aziz, M.Kom, (II) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T

Keywords : *Graduation Predicate, Prediction, Logistic Regression, Machine Learning*

Improving the quality of education is important for educational institutions, including universities. Quality tertiary institutions can be seen from the excellent record of student academic achievement while studying at this institution. In contrast, low academic achievement needs to be a concern for this tertiary institution to produce quality graduates. To realise an increase in the quality of graduates, a system that can predict student academic achievement based on the degree level or graduation predicate is needed. The multinomial logistic regression method is considered appropriate because the graduation predicate criteria consist of four levels. In addition, multinomial logistic regression can also identify the success factors that most influence the degree of student graduation. The researcher collected a total of 229 academic data of students for 2014-2017 in the Informatics Engineering Department of Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. The variable used as a predictor is the GPA (Grade Point Average) for the first four semesters. The measurement result shows that the system can predict student graduation predicates well, with an accuracy value of 82.61%, 82.61% precision, 82.61% recall, and 82% micro f1-score. Based on observations from early predictions for graduation predicates, it is known that students in 2017 have the most significant potential to graduate with a cumlaude of 42.98% if the study period is eight semesters. The second potential is to graduate with a very satisfactory predicate of 21.05%, then a Good enough predicate of 19.30%, and finally a satisfactory predicate of 16.67%. From the parameter estimation test, the third and fourth semester GPA showed a better significance than the first and second semester GPA.

مستخلص البحث

فطية ، سلمى . 2022. نظام توقع مرتبة التخرج للطالب باستخدام طريقة الانحدار متعدد الحدود اللوجستي. البحث الجامعي. قسم هندسة المعلوماتية ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) أوكتا قمر الدين عزيز الماجستير ، (2) الدكتور امين هارياي الماجستير

الكلمات الرئيسية: مرتبة التخرج ، توقع ، الانحدار اللوجستي ، تعلم الآلة

تحسين جودة التعليم هو أمر مهم للمؤسسات التعليمية ، بما في ذلك الجامعة. يمكن رؤية الجامعة العالية الجودة من سجل الطالب الممتاز في الإنجاز الأكاديمي أثناء الدراسة في الجامعة المعنية ، وأما يجب أن يكون الإنجاز الأكاديمي المنخفض مصدر القلق لمؤسسات الجامعة بحيث تنتج الخريجين العالية الجودة. كوسيلة في تحقيق تحسين جودة الخريجين ، هناك حاجة إلى النظام يمكنه توقع الإنجاز الأكاديمي للطالب بناءً على مستوى المرتبة أو مرتبة التخرج. تعتبر طريقة الانحدار متعدد الحدود اللوجستي طريقة مناسبة لأن معايير التخرج تتكون من أربعة مستويات. إضافة إلى ذلك ، يمكن أن يحدد الانحدار متعدد الحدود اللوجستي أيضًا عوامل النجاح التي تؤثر تأثيرًا عميقًا على مرتبة تخرج الطلاب. جمعت الباحثة ما مجموعه 229 بيانات أكاديمية للطلاب للفترة 2014-2017 في قسم هندسة المعلوماتية ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المتغير المستخدم كمتنبئ هو المعدل للفصول الأربعة الأولى. تظهر نتائج القياس أن النظام يمكنه توقع مرتبة تخرج الطالب بشكل جيد ، مع دقة تبلغ 82.61% ، دقة 82.61% ، 82.61% استرجاع ، 82% مايكرو مرتبة $f1$. بناءً على الملاحظة من نتائج التوقع المبكرة لمرتبة التخرج، إذا كانت فترة الدراسة ثمانية فصول دراسية ، فمن المعروف أن الطلاب في عام 2017 لديهم أكبر إمكانية للتخرج بمرتبة الشرف بنسبة 42.98%. والإمكانية الثانية هي النجاح بمرتبة ممتازة بنسبة 21.05% ، والتخرج بمرتبة كافية تبلغ 19.30% ، والتخرج الأخير بمرتبة مقبولة بنسبة 16.67%. من خلال اختبار تقدير المعلمات أظهر المعدل للفصلين الثالث والرابع دلالة أفضل من المعدل للفصلين الأول والثاني.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kualitas pendidikan merupakan hal yang paling penting bagi semua lembaga pendidikan (Ashraf *et al.*, 2018). Salah satu lembaga yang melayani masyarakat dalam bidang pendidikan di Indonesia adalah perguruan tinggi. Jumlah perguruan tinggi yang banyak mengakibatkan tingkat persaingan semakin ketat sehingga perguruan tinggi dituntut untuk memiliki kemampuan bersaing (Nonis & Wright, 2003). Salah satu tolak ukur dari perguruan tinggi yang berkualitas didasarkan pada catatan prestasi akademik mahasiswa yang sangat baik selama menempuh studi di perguruan tinggi tersebut (Alturki *et al.*, 2021). Sebaliknya, prestasi akademik mahasiswa yang rendah dilihat sebagai ketidakmampuan pihak perguruan tinggi dalam melaksanakan proses belajar dengan baik. Kegagalan atau prestasi akademik mahasiswa yang rendah perlu menjadi perhatian bagi lembaga perguruan tinggi guna menghasilkan lulusan yang berkualitas. Mutu lulusan yang baik dapat langsung dimanfaatkan oleh *stakeholders* sehingga individu dan masyarakat dapat terhindar dari permasalahan yang memiliki dampak negatif, misalnya pengangguran karena tingginya persaingan mendapatkan pekerjaan dan adanya tekanan persyaratan dari calon pemberi kerja (Alturki *et al.*, 2021; Nonis & Wright, 2003).

Kelulusan merupakan tahapan akhir bagi mahasiswa dalam menyelesaikan studi di perguruan tinggi tempatnya menempuh pendidikan. Indikator penting untuk mengukur keberhasilan studi dari mahasiswa adalah prestasi akademik.

Apabila mahasiswa menguasai materi akademik dengan baik maka prestasi yang di dapatkannya akan baik pula. Alasan mahasiswa memiliki prestasi akademik yang rendah dapat disebabkan oleh beragam faktor, seperti memilih bidang studi yang tidak sesuai dengan minat, bakat atau lingkungan akademik sebelumnya, serta tidak siap dalam memenuhi dan memahami tuntutan program. Asalkan mahasiswa dapat diidentifikasi kelemahan mereka maka dukungan pencapaian akademik yang relevan dan spesifik dapat ditawarkan (Hoffait & Schyns, 2017). Membedakan mahasiswa dengan risiko kegagalan tinggi dari mahasiswa yang mungkin berisiko lebih rendah memiliki keuntungan. Pemberian remediasi kepada mahasiswa kemungkinan akan berbeda dalam setiap kasus, seperti ada mahasiswa yang hanya memerlukan beberapa saran yang baik sedangkan ada pula mahasiswa lain yang memerlukan bimbingan khusus atau kursus tambahan (Hoffait & Schyns, 2017).

Bentuk keberhasilan studi yang di dapatkan mahasiswa dapat diukur berdasarkan masa studi dan predikat kelulusan. Penentuan predikat kelulusan didasarkan pada nilai Indeks Prestasi dan masa studi mahasiswa. Nilai Indeks Prestasi merupakan laporan penilaian terhadap keberhasilan studi mahasiswa yang diberikan dalam dua periode, yaitu pada setiap akhir semester disebut Indeks Prestasi Semester (IPS) dan akhir studi mahasiswa disebut Indeks Prestasi Kumulatif (IPK).

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang sebagai salah satu perguruan tinggi islam negeri ternama di Indonesia memiliki kewajiban dalam mempertahankan kualitas perguruan tingginya. Oleh sebab itu, sebagai

sarana dalam mewujudkan peningkatan kualitas lulusan di perguruan tinggi maka diperlukan suatu sistem yang mampu mengidentifikasi keberhasilan studi mahasiswa. Ada tiga jenis prediksi di perguruan tinggi: (1) memprediksi prestasi akademik mahasiswa berdasarkan tingkat gelar; (2) memprediksi kegagalan atau *drop out* mahasiswa; dan (3) memprediksi hasil mahasiswa pada mata kuliah tertentu (Alturki et al., 2020). Penelitian ini membahas tipe pertama, yaitu memprediksi keberhasilan studi mahasiswa berdasarkan predikat kelulusan. Sistem dibangun menggunakan algoritma klasifikasi untuk memprediksi potensi predikat kelulusan mahasiswa pada tahap awal. Sistem seperti ini akan memungkinkan lembaga perguruan tinggi untuk menciptakan lulusan yang berkualitas dengan cara membantu perguruan tinggi dalam intervensi awal, seperti menawarkan tindakan remediasi yang relevan dan spesifik kepada mahasiswa yang diidentifikasi mengalami kesulitan dalam proses belajar maupun yang berisiko kegagalan tinggi.

Al-Qur'an menganjurkan kepada umatnya untuk menuntut ilmu. Melakukan prediksi atau prakira berdasarkan suatu ilmu pengetahuan atau *dzahir* yang selama ini Allah berlakukan sebagai sebab-akibat maka diperbolehkan dalam Islam. Namun, pengetahuan tentang hari esok tidak ada seorang makhluk pun yang dapat mengetahuinya secara pasti selain Allah SWT sebagaimana diterangkan dalam surah Luqman ayat 34 yang berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ عِنْدَهُ عِلْمُ السَّاعَةِ وَيُنزِلُ الْغَيْثَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْأَرْحَامِ ۗ وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ مَّاذَا تَكْسِبُ غَدًا ۗ
وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ بِأَيِّ أَرْضٍ تَمُوتُ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ

“*Sesungguhnya hanya di sisi Allah ilmu tentang hari kiamat; dan Dia yang menurunkan hujan, dan mengetahui apa yang ada dalam rahim. Dan tidak ada*

seorang pun yang dapat mengetahui (dengan pasti) apa yang akan dikerjakannya besok. Dan tidak ada seorang pun yang dapat mengetahui di bumi mana dia akan mati. Sungguh, Allah Maha Mengetahui, Maha Mengetahui.” (QS. Luqman: 34)

Menurut tafsir Jalalain mengenai ayat di atas (Al-Mahalli & As-Suyuti, n.d.-b), *(Sesungguhnya Allah, hanya pada sisi-Nya sajalah pengetahuan tentang hari kiamat), yakni kapan kiamat itu akan terjadi (dan Dialah yang menurunkan hujan) dalam waktu-waktu yang Dia ketahui (dan mengetahui apa yang ada di dalam rahim) apakah laki-laki atau perempuan; tidak ada seorang pun yang mengetahui salah satu dari tiga perkara tersebut melainkan hanya Allah SWT. (Dan tiada seorang pun yang dapat mengetahui dengan pasti apa yang akan diusahakannya besok) apakah kebaikan atau keburukan, tetapi Allah mengetahuinya. (Dan tiada seorang pun yang dapat mengetahui di bumi mana dia akan mati) hanya Allah sajalah yang mengetahui hal ini. (Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui) segala sesuatu (lagi Maha Mengetahui) pada yang tersembunyi sebagaimana mengenal-Nya pada yang tampak.*

Firman Allah SWT pada surah Luqman ayat 34 menjelaskan bahwa manusia tidak dapat mengetahui dengan pasti apa yang akan dikerjakan atau hasil apa yang akan diperolehnya pada hari esok. Walaupun demikian, manusia tetap diwajibkan untuk berusaha.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti mempertimbangkan sebuah metode bernama regresi logistik multinomial (*multinomial logistic regression*) dalam melakukan prediksi predikat kelulusan mahasiswa di Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Metode ini memiliki dua kegunaan utama, pertama untuk melakukan prediksi

keanggotan kelompok yang dimana variabel dependen (respon) merupakan variabel yang memiliki sifat politomi (lebih dari dua kategori). Pada Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, penetapan predikat kelulusan untuk program sarjana terdiri dari empat kategori, yaitu pujian, sangat memuaskan, memuaskan dan cukup sehingga dalam kasus ini, variabel dependen penelitian adalah mahasiswa yang berpotensi mendapatkan pujian, sangat memuaskan, memuaskan, dan cukup. Keunggulan kedua dari metode regresi logistik adalah dapat mengidentifikasi faktor kesuksesan yang paling berpengaruh (Hoffait & Schyns, 2017). Tujuan memanfaatkan teknik klasifikasi *machine learning* regresi logistik multinomial dalam memprediksi predikat kelulusan mahasiswa, yaitu sebagai upaya meningkatkan kualitas lulusan, mengurangi tingkat kegagalan akademik, dan mengidentifikasi variabel signifikan yang mempengaruhi kecenderungan perolehan predikat kelulusan mahasiswa.

Setiap mahasiswa akan memperoleh hasil yang berbeda-beda tergantung dari kesungguhan mereka dalam belajar selama menuntut ilmu di perguruan tinggi tempatnya menempuh pendidikan. Makna tersebut disiratkan dalam firman Allah SWT surah Ar-Rad ayat 11:

... إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

“... Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.” (QS. Ar-Rad: 11).

Tasfir Jalalain (Al-Mahalli & As-Suyuti, n.d.-a) menjelaskan إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ (Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum) artinya Dia tidak mencabut dari mereka nikmat-Nya – حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ (sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri) dari keadaan yang baik

dengan melakukan perbuatan durhaka. Dari ayat tersebut, jika dihubungkan dalam penelitian ini maka dapat diketahui bahwa apa yang manusia kerjakan dengan sungguh-sungguh di masa kini merupakan apa yang akan dituainya di masa mendatang. Dengan demikian, apabila saat lulus mahasiswa menginginkan predikat kelulusan yang maksimal maka usaha yang dikerjakan harus aktif dan nyata pula.

Umer et al. (2017) melakukan prediksi prestasi akademik mahasiswa dalam *Massive Open Online Courses* (MOOCs). Studi tersebut mengevaluasi empat teknik klasifikasi *machine learning*, yaitu regresi logistik, *naïve bayes*, *random forest*, dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) dimana hasil studi menunjukkan bahwa metode regresi logistik dan *naïve bayes* memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta mengungguli *random forest* dan KNN. Prediksi serupa tentang keberhasilan studi mahasiswa juga dilakukan Hashim et al., (2020) dengan menggunakan metode *decision tree*, *naïve bayes*, regresi logistik, *Super Vector Machine* (SVM), KNN, *sequential minimal oprimization* dan *neural network*. Dalam penelitian tersebut, regresi logistik memberikan hasil prediksi yang paling baik untuk memprediksi nilai akhir dan status mahasiswa. Selain itu, penelitian komperatif tentang prediksi kinerja mahasiswa yang dilakukan oleh Ashraf et al. (2018) menyimpulkan bahwa setiap pendekatan *data mining* menggunakan suatu algoritma memberikan hasil yang bervariasi sesuai dengan dataset dan variabel yang digunakan saat memprediksi. Berdasarkan hasil pengamatan, *decision tree*, regresi logistik, dan pendekatan *neural network* mampu memberikan hasil akurasi

yang sangat baik mengenai prediksi masa mendatang serta membantu peningkatan sistem pendidikan.

Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan di atas maka penulis mengangkat sebuah penelitian yang diberi judul “Sistem Prediksi Predikat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Metode Regresi Logistik Multinomial”. Sistem pemodelan prediksi yang dibangun ini diharapkan dapat menjadi *tools* bagi perguruan tinggi, khususnya pengelola Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dalam mewujudkan lulusan yang berkualitas. Dengan mengembangkan model prediksi, dapat membantu pihak program studi dalam mengidentifikasi mahasiswa berisiko dengan memberikan informasi serta wawasan sehingga dapat diambil langkah-langkah perbaikan untuk meminimalisir rendahnya prestasi akademik mahasiswa. Selain itu, dengan menggunakan latar belakang akademis sebagai variabel penelitian, diharapkan sistem dapat memberikan hasil berupa prediksi predikat kelulusan mahasiswa dengan tingkat akurasi yang tinggi.

1.2 Pernyataan Masalah

Pernyataan masalah yang diajukan yaitu:

1. Berapa tingkat akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score* hasil prediksi predikat kelulusan mahasiswa tahun 2014-2016 menggunakan metode regresi logistik multinomial?
2. Berapa persentase mahasiswa tahun 2017 yang diprediksi berpotensi lulus dengan predikat pujian, sangat memuaskan, memuaskan, dan cukup menggunakan metode regresi logistik multinomial?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengukur tingkat akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score* hasil prediksi predikat kelulusan mahasiswa tahun 2014-2016 menggunakan metode regresi logistik multinomial.
2. Menghitung persentase mahasiswa tahun 2017 yang diprediksi berpotensi lulus dengan predikat pujian, sangat memuaskan, memuaskan, dan cukup menggunakan metode regresi logistik multinomial.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai model evaluasi terhadap keberhasilan studi mahasiswa di Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Sebagai model evaluasi terhadap performa perguruan tinggi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat fokus dalam permasalahan yang diangkat, maka peneliti menerapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Data akademik mahasiswa yang digunakan dalam penelitian berupa data tahun 2014 sampai dengan 2017 pada Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Data akademik mahasiswa tahun 2017 merupakan data yang diprediksi.

3. Variabel yang digunakan dalam penelitian, yaitu Indeks Prestasi selama empat semester awal.
4. Sistem dibangun berbasis *website*

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Terdapat beragam studi yang menguraikan penggunaan inovatif teknik pengolahan data dalam data pendidikan untuk membantu pendidik mengumpulkan wawasan tentang mahasiswa berbasis data. Hoffait dan Schyns (2017) berpendapat bahwa kegagalan akademis pada saat menempuh pendidikan di perguruan tinggi merupakan masalah penting yang berpengaruh terhadap keberhasilan ekonomi sehingga untuk membentuk mahasiswa yang memiliki daya saing di dunia kerja, peneliti mengusulkan deteksi dini pada mahasiswa yang memiliki potensi kesulitan sehingga pihak perguruan tinggi dapat memberikan bantuan atau dukungan akademik yang relevan kepada mereka. Penelitian berfokus kepada mahasiswa di awal tahun ajaran pertama. Data yang digunakan termasuk karakteristik individual, latar belakang akademik, dan beasiswa. Mempertimbangkan tiga metode untuk dibandingkan, yaitu *random forest*, *logistic regression* (regresi logistik), dan *neural network* untuk mengidentifikasi mahasiswa yang konteks masa lalunya paling merugikan dan risiko kegagalannya tinggi. Dari ketiga metode yang mengandalkan pemisahan dinamis ke dalam subkelas pengamatan selama proses pelatihan, *random forest* menunjukkan performa terbaik dengan tingkat kepercayaan sebesar 90% dan diketahui 12,2% dari 6.845 mahasiswa di *University of Liege* (ULg) menghadapi risiko kegagalan yang sangat tinggi.

Selanjutnya, terdapat penelitian oleh Umer et al., (2017) mengenai prediksi awal untuk meningkatkan keberhasilan studi dalam *Massive Open Online Courses* (MOOCs). Studi tersebut mengevaluasi empat teknik klasifikasi *machine learning*, yaitu regresi logistik, *naive bayes*, *random forest*, dan *K-Nearest Neighbor* untuk memantau perkembangan mingguan serta memprediksi prestasi akademik mahasiswa. Data yang digunakan melibatkan laporan penilaian, informasi demografis, dan data interaksi mingguan dalam kursus yang terdaftar. Hasil studi menunjukkan bahwa teknik yang disebutkan mampu membuat prediksi terhadap keberhasilan studi mahasiswa, khususnya penerapan regresi logistik dan *naive bayes* mengungguli teknik klasifikasi lain.

Penelitian terkait berikutnya datang dari Rodríguez Ayán dan Coello García (2008). Penelitian ini melakukan prediksi prestasi akademik mahasiswa dengan membandingkan regresi linier dan regresi logistik untuk mengidentifikasi pendekatan yang paling sesuai dalam hal kemampuan prediksi serta uji kecocokan (*goodness of fit*). Data yang digunakan dalam model berupa latar belakang akademik dan informasi demografis. Hasil eksperimen menunjukkan nilai mata kuliah dasar dan faktor demografis berkaitan langsung dengan kemajuan akademis, serta regresi logistik menunjukkan hasil prediksi yang lebih tinggi dibandingkan regresi linier, yakni sebesar 75%.

Kemudian, Hashim et al., (2020) menguraikan dalam penelitiannya jika prediksi status keberhasilan mahasiswa dibutuhkan karena memberikan beberapa manfaat seperti dapat mencegah mahasiswa *dropout*, mengidentifikasi mereka yang membutuhkan bantuan tambahan dan meningkatkan peringkat lembaga

perguruan tinggi bersangkutan. Data penelitian terdiri dari latar belakang akademik, informasi demografis, dan karakteristik mahasiswa. Penelitian menggunakan beberapa algoritma *supervised machine learning*, seperti *decision tree*, *naive bayes*, regresi logistik, *Support Vector Machine (SVM)*, *K-Nearest Neighbor (KNN)*, *sequential minimal optimization* dan *neural network*. Semua algoritma diperiksa untuk memprediksi dua hasil kelompok, yaitu nilai akhir dan status mahasiswa. Hasil prediksi paling baik ditunjukkan oleh regresi logistik dengan akurasi masing-masing sebesar 68,7% dan 88,8%.

Terdapat pula penelitian milik Urrutia-Aguilar et al., (2016) yang melakukan penelitian observasional dan deskriptif dalam bidang pendidikan kedokteran dengan mengembangkan model regresi logistik. Model regresi logistik digunakan untuk memprediksi prestasi akademik mahasiswa tahun ajaran pertama di area biomedis. Data yang dipertimbangkan berupa informasi akademik, faktor psikososial dan karakteristik pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa model regresi logistik adalah alat yang efisien untuk memprediksi prestasi akademik mahasiswa kedokteran di area biomedis, terutama mendeteksi populasi mahasiswa dengan risiko akademik, karena memungkinkan kesimpulan yang valid untuk dilakukan pengambilan keputusan yang tepat.

Penelitian terkait terakhir yang dibahas, yaitu penelitian oleh Imashlikah et al., (2013) mengenai analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perolehan predikat kelulusan mahasiswa S1 di ITS Surabaya menggunakan metode regresi logistik ordinal. Data yang digunakan meliputi jenis fakultas, jenis kelamin, asal daerah, jalur penerimaan, jenis SMA, pekerjaan orangtua serta pendapatan. Dalam

penelitian tersebut dikemukakan jika mayoritas lulusan adalah mendapatkan predikat sangat memuaskan sedangkan pencapaian predikat pujian oleh mahasiswa menunjukkan angka sebesar 23%. Berdasarkan metode yang digunakan didapatkan ketepatan klasifikasi sebesar 77,41%. Diketahui faktor yang berpengaruh secara serentak berupa jenis fakultas, jenis kelamin, jalur masuk, pekerjaan orangtua serta pendapatan.

Berdasarkan pemaparan dari beberapa penelitian terkait di atas maka dapat diketahui bahwa metode regresi logistik yang digunakan untuk mengolah data dalam bidang pendidikan mampu memberikan hasil yang diinginkan, terutama dalam hal memprediksi keberhasilan studi mahasiswa. Selain itu, peneliti juga mengamati bahwa pada data penelitian dalam bidang pendidikan, salah satu variabel yang esensial untuk digunakan adalah latar belakang akademik mahasiswa.

2.2 Predikat Kelulusan Mahasiswa

Bentuk keberhasilan studi yang ditempuh mahasiswa dapat ditentukan dari masa studi dan juga predikat kelulusan (Pradnyantari et al., 2015). Dalam perguruan tinggi, laporan penilaian sebagai ukuran keberhasilan atau prestasi studi mahasiswa dinyatakan dengan nilai Indeks Prestasi. Pada buku Pedoman Pendidikan Kemahasiswaan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Bab Sistem Pendidikan, laporan penilaian terhadap keberhasilan studi mahasiswa diberikan dalam dua periode, yaitu pada setiap akhir semester dan akhir studi mahasiswa. Indeks Prestasi pada setiap akhir semester disebut Indeks Prestasi Semester (IPS

atau IP) sedangkan Indeks Prestasi pada akhir studi disebut Indeks Prestasi Kumulatif (IPK).

Penentuan predikat kelulusan di dasarkan pada IPK dan masa studi yang ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$PK = \frac{IPK}{Masa\ Studi} \quad (2.1)$$

Pedoman pendidikan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada pasal 10 Yudisium (bukan di transkrip) menyebutkan terdapat empat tingkat predikat kelulusan, terdiri dari:

1. Predikat pujian dengan ketentuan, yaitu $PK \geq 0,073$
2. Predikat sangat memuaskan dengan ketentuan, yaitu $0,062 \leq PK < 0,073$
3. Predikat memuaskan dengan ketentuan, yaitu $0,052 \leq PK < 0,062$
4. Predikat cukup dengan ketentuan, yaitu $PK < 0,052$

2.3 Faktor Predikat Kelulusan Mahasiswa

Pemilihan variabel untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa menjadi sangat penting agar program pendukung dapat terlaksana dengan baik. Menurut teori yang dikemukakan Hoffait dan Schyns (2017), prestasi sebelumnya atau kinerja masa lalu mahasiswa merupakan prediktor terbaik untuk pencapaian di masa mendatang. Beberapa studi telah mengkonfirmasi hubungan antara prestasi akademik mahasiswa pada tahun pertama dengan tahun berikutnya, diantaranya: Arias Ortiz dan Dehon (2013) berpendapat bahwa tolak ukur prestasi awal dalam keberhasilan akademik mahasiswa dapat diandalkan karena mereka mengamati mahasiswa yang gagal di tahun pertama akan lebih mungkin untuk

drop out di tahun berikutnya. Penelitian tersebut membuktikan terdapat korelasi langsung antara kemampuan akademik yang kuat pada mata pelajaran dasar di semester awal dengan prestasi akademik mereka secara keseluruhan saat lulus. Hal serupa juga disampaikan oleh Urrutia-Aguilar et al., (2016) dalam kasus pendidikan biomedis bahwa pengetahuan sebelumnya (*previous knowledge*) merupakan variabel yang paling signifikan untuk mengidentifikasi keberhasilan studi mahasiswa, terutama mahasiswa dengan risiko kegagalan akademik. Hal ini dikarenakan, mahasiswa dengan latar belakang akademis yang lebih kuat mampu membangun pengetahuan lebih baik dan memiliki perkembangan kepaniteraan klinis yang lebih mahir.

Berdasarkan uraian di atas maka latar belakang akademis pada perguruan tinggi, yaitu nilai Indeks Prestasi (IP) dipertimbangkan sebagai variabel prediktor dalam menentukan predikat kelulusan mahasiswa. Selain dari segi konteks, pertimbangan lain adalah karena kemudahan untuk pengumpulan datanya. IP yang digunakan dalam penelitian ini meliputi empat semester awal. Pembatasan tersebut disesuaikan dengan tujuan utama penelitian ini, yaitu meningkatkan kualitas lulusan dimana salah satu upayanya adalah dengan mendeteksi secara dini mahasiswa dengan risiko prestasi akademik rendah sehingga civitas akademika dapat memberikan intervensi yang relevan kepada mahasiswa sebelum mencapai semester akhir.

Alturki et al. (2021) dalam penelitiannya tentang prediksi dini terhadap prestasi akademik mahasiswa menyampaikan jika pembatasan penggunaan nilai indeks prestasi bertujuan untuk mencegah tindakan menunda atau membatasi

kemungkinan tindakan remediasi. Ia juga menunjukkan bahwa fitur utama yang dapat memprediksi prestasi akademik mahasiswa adalah indeks prestasi mahasiswa selama empat semester awal, jumlah mata kuliah yang gagal selama empat semester awal, dan nilai tiga mata kuliah inti.

Terdapat pula penelitian tentang prediksi prestasi akademik pada mahasiswa teknik elektro Universiti Teknologi MARA di Malaysia menggunakan metode jaringan syaraf tiruan yang menghasilkan kesimpulan bahwa mata kuliah pada semester satu dan tiga memiliki pengaruh yang kuat di semester delapan (Arsad et al., 2013). Artinya, terdapat korelasi langsung antara kemampuan akademik yang kuat pada semester satu dan tiga terhadap prestasi akademik mahasiswa secara keseluruhan saat lulus. Hal ini dapat dimengerti karena memang mata pelajaran fundamental harus dipahami dan dikuasai sepenuhnya oleh mahasiswa agar tidak kesulitan pada mata pelajaran di semester berikutnya yang lebih tinggi.

Selanjutnya, Rohman dan Mujiyono (2021) melakukan prediksi predikat kelulusan mahasiswa Fakultas Komputer dan Pendidikan di Universitas Ngudi Waluyo Ungaran menggunakan *decision tree C4.5* mendapati bahwa indeks prestasi mahasiswa pada empat semester awal memiliki pengaruh terhadap predikat kelulusan mahasiswa. Dengan demikian, dalam mewujudkan sistem prediksi predikat kelulusan mahasiswa secara dini maka faktor-faktor yang dipilih dalam penelitian ini adalah latar belakang akademis mahasiswa berupa Indeks Prestasi dari semester satu sampai dengan semester empat.

2.5 Regresi Logistik Multinomial

Analisis regresi adalah suatu metode untuk menentukan hubungan ketergantungan atau sebab-akibat antara variabel dependen dengan variabel independen. Variabel “penyebab” diistilahkan sebagai variabel independen, prediktor atau variabel X sedangkan variabel “akibat” diistilahkan sebagai variabel dependen, variabel terikat, atau variabel Y . Analisis regresi bertujuan untuk membuat perkiraan atau prediksi yang meyakinkan terhadap variabel dependen jika nilai variabel independen terkaitnya dapat diketahui.

Analisis regresi yang diterapkan untuk memodelkan variabel dependen berskala kategori (nominal atau ordinal) berdasarkan satu atau lebih variabel independen yang dapat berupa variabel kategori maupun kontinu disebut dengan metode regresi logistik. Regresi logistik tidak memerlukan hubungan yang linear antara variabel prediktor dengan kriteria (Rodríguez Ayán & Coello García, 2008). Artinya, regresi logistik menguji apakah probabilitas terjadinya variabel dependen dapat diprediksi oleh variabel independen yang diamati. Regresi logistik memiliki dua keutamaan, pertama dapat memprediksi keanggotaan kelompok dengan mengukur probabilitas suatu variabel berdasarkan data yang diketahui tentang variabel tersebut. Kedua, dapat memberikan pengetahuan mengenai keterkaitan diantara variabel yang diamati. Terdapat dua jenis regresi logistik, yaitu regresi logistik biner dan multinomial. Regresi logistik biner digunakan apabila variabel dependen bersifat dikotomi, sedangkan regresi logistik multinomial digunakan apabila variabel dependen bersifat politomi atau memiliki lebih dari dua kategori dan berskala nominal atau ordinal.

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode regresi logistik multinomial untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa. Bentuk umum model regresi logistik multinomial ditunjukkan pada persamaan 2.2 berikut.

$$\pi(x) = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}} \quad (2.2)$$

Dengan melakukan transformasi logit pada persamaan 2.2 diatas maka diperoleh persamaan model logit sebagai berikut.

$$g(x) = \ln \left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p \quad (2.3)$$

Apabila variabel dependen terdiri dari empat kategori maka akan membentuk tiga persamaan model logit di persamaan 2.3 yang kemudian dari persamaan tersebut membentuk model yang membandingkan suatu kategori terhadap kategori pembanding. Peluang bersyarat untuk masing-masing kategori variabel dependen, yaitu:

$$P(Y = 1|x) = \pi_1(x) = \frac{\exp g_1(x)}{1 + \exp g_1(x) + \exp g_2(x) + \exp g_3(x)} \quad (2.4)$$

$$P(Y = 2|x) = \pi_2(x) = \frac{\exp g_2(x)}{1 + \exp g_1(x) + \exp g_2(x) + \exp g_3(x)} \quad (2.5)$$

$$P(Y = 3|x) = \pi_3(x) = \frac{\exp g_3(x)}{1 + \exp g_1(x) + \exp g_2(x) + \exp g_3(x)} \quad (2.6)$$

$$P(Y = 4|x) = \pi_4(x) = \frac{1}{1 + \exp g_1(x) + \exp g_2(x) + \exp g_3(x)} \quad (2.7)$$

Perkiraan terhadap variabel independen yang signifikan dilakukan untuk memberikan pendekatan terhadap model logit dalam hal kecocokan atau *goodness of fit*. Terdapat dua pengujian parameter, yaitu pengujian secara keseluruhan (serentak atau simultan) dan pengujian secara parsial.

Uji serentak dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh dari variabel prediktor terhadap variabel dependen secara keseluruhan dalam model. Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji G^2 atau *Likelihood Ratio Test*. Hipotesis yang melandasi uji serentak, yaitu:

- $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$ artinya tidak ada satupun variabel independen yang secara statistik signifikan mempengaruhi variabel dependen
- $H_1: \exists \beta_p \neq 0$ artinya minimal terdapat satu variabel independen yang secara statistik signifikan mempengaruhi variabel dependen

Tolak H_0 pada taraf nyata α dengan derajat bebas db apabila nilai $G^2 > \chi^2_{(\alpha, db)}$ atau nilai *p-value* $< \alpha$ (Imaslihkah et al., 2013).

Uji parsial dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen dalam model. Uji ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah suatu variabel independen yang digunakan dalam penelitian layak masuk dalam model. Statistik uji dilakukan menggunakan uji *Wald*. Hipotesis yang diterapkan dalam pengujian parsial, yaitu:

- $H_0: \beta_p = 0$ artinya tidak ada pengaruh antara variabel independen ke- p dengan variabel dependen
- $H_1: \beta_p \neq 0$ artinya variabel independen ke- p memiliki pengaruh terhadap variabel dependen

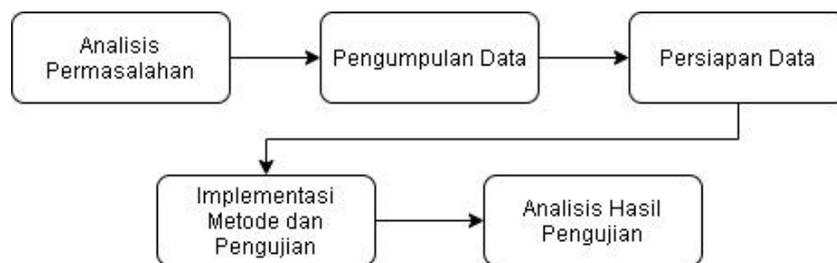
Tolak H_0 pada taraf nyata α dengan derajat bebas db apabila nilai $W^2 > \chi^2_{(\alpha, db)}$ atau nilai *p-value* $< \alpha$ (Imaslihkah et al., 2013).

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Desain Penelitian

Agar tujuan penelitian dapat tercapai maka diperlukan perencanaan tahapan kegiatan. Tahapan ini nantinya dijadikan pedoman dalam melaksanakan penelitian hingga akhirnya dapat terselesaikan. Tahapan dari desain penelitian untuk prediksi predikat kelulusan mahasiswa menggunakan metode regresi logistik multinomial diilustrasikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Desain Penelitian

Tahap awal pada penelitian ini dimulai dari melakukan analisis permasalahan. Analisis permasalahan merupakan proses menemukan atau mengidentifikasi masalah berdasarkan latar belakang penelitian supaya pengerjaan penelitian dapat terfokus pada pembahasan masalah yang diangkat. Analisis permasalahan diikuti juga dengan mempelajari teori-teori pendukung untuk menyelesaikan masalah tersebut. Tahap kedua adalah mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian, yaitu data yang berisi prestasi akademik mahasiswa Program Studi Teknik Informatika program S1 dari tahun 2014-2017. Sumber data berasal dari Badan Administrasi Akademik (BAK) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Setelah data terkumpul, tahap selanjutnya adalah mempersiapkan data supaya data dapat diolah menggunakan metode penelitian. Tahap ini penting untuk diperhatikan karena data yang baik akan menghasilkan model yang baik pula. Tahap keempat adalah mengimplementasikan metode penelitian, yaitu regresi logistik multinomial pada data yang telah disiapkan di tahap sebelumnya untuk diuji oleh sistem. Setelah dilakukan uji coba sistem maka tahap akhir penelitian ini adalah melakukan analisis hasil penelitian. Analisis hasil penelitian mengevaluasi sistem yang telah dibangun berdasarkan nilai akurasi yang diperoleh sehingga dapat ditarik kesimpulan yang relevan dan saran untuk perbaikan di masa mendatang.

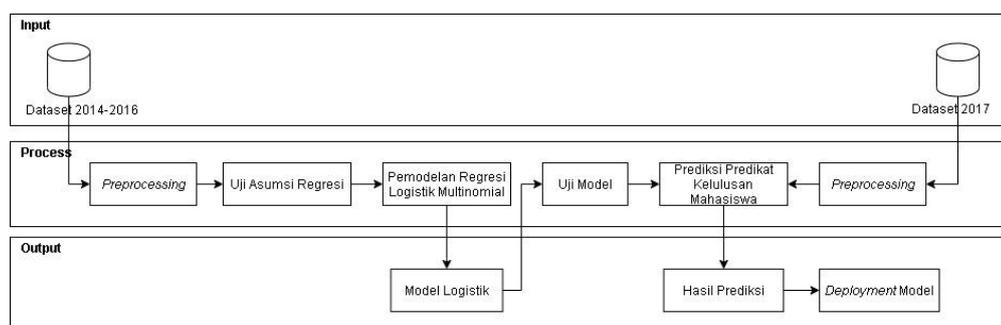
3.2 Pengumpulan Data

Sumber data yang dibutuhkan dalam penelitian adalah data akademik mahasiswa Program Studi Teknik Informatika UIN Malang program S1 dari tahun 2014-2017. Data tersebut diperoleh melalui Bagian Administrasi Akademik (BAK) UIN Malang. Kumpulan data dipisahkan ke dalam dua dataset. Dataset pertama berisi kumpulan data dari tiga tahun akademik pertama yang diperlakukan untuk membangun model (2014-2016) sedangkan dataset kedua berisi kumpulan data dari tahun akademik terakhir atau terbaru (2017) yang diperlakukan untuk memprediksi predikat kelulusannya berdasarkan model yang telah dibangun. Seperti penelitian yang dilakukan Hoffait dan Schyns (2017) dimana secara umum, idenya adalah menggunakan data historis yang menanggapi dua tahun terakhir (mengenai prestasi akademik mahasiswa) untuk membuat prediksi pada tahun ajaran berikutnya.

Penelitian berangkat dari kumpulan data asli berjumlah 379 data akademik mahasiswa tahun 2014-2016. Setelah menghapus kasus *missing values* dalam data dan status mahasiswa yang tidak biasa maka sampel akhir berjumlah 243 data yang mencakup lulusan dengan predikat pujian sebesar 11,52%, sangat memuaskan 22,22%, memuaskan 31,27% dan cukup 34,98%. Berdasarkan data yang terkumpul, sebagian besar mahasiswa lulus dengan predikat kelulusan “Cukup” dan sebagian kecil dengan predikat kelulusan “Pujian”. Di sisi lain, jumlah data mahasiswa tahun 2017 ada sebanyak 114 data yang akan digunakan untuk memprediksi predikat kelulusannya.

3.3 Desain Sistem

Desain sistem menjelaskan alur sistem dalam mengimplementasikan metode regresi logistik multinomial untuk melakukan prediksi predikat kelulusan mahasiswa. Alur desain sistem terdiri dari masukan, *preprocessing*, proses *learning* dengan menggunakan metode regresi logistik multinomial, proses prediksi, evaluasi hasil prediksi, dan *deployment* model menggunakan *framework* Flask serta Heroku. Dalam proses *learning*, pembagian data *training* dan data *testing* menggunakan perbandingan 80:20 dimana 80% untuk data *training* dan 20% untuk data *testing*.



Gambar 3.2 Desain Sistem

3.4 Persiapan Data

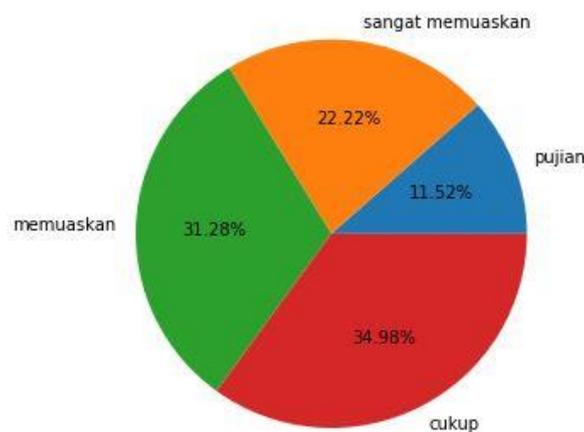
Subbab ini menjelaskan tahapan *preprocessing* data yang bertujuan untuk membuat data mentah menjadi data berkualitas dengan input yang dibutuhkan sistem. Penelitian ini mengandalkan sejumlah indikator kinerja masa lalu yang telah diidentifikasi dalam literatur (Alturki et al., 2021; Arsad et al., 2013; Rohman & Mujiyono, 2021). Mengingat tujuan penelitian adalah untuk meningkatkan kualitas lulusan dengan melakukan deteksi dini terhadap perolehan predikat kelulusan mahasiswa maka fokus penelitian ditujukan kepada mahasiswa di tahun pertama dan kedua. Akibatnya, terdapat pembatasan variabel-variabel yang dapat digunakan dalam dataset. Berdasarkan kebutuhan penelitian, variabel yang digunakan dalam dataset diterangkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakteristik dari Dataset

Variabel	Deskripsi	Kategori	Tipe Data	Value
Indeks Prestasi Semester ($X_1 - X_4$)	Satuan nilai dari total perkalian nilai sks matakuliah dengan nilai matakuliah, dibagi dengan total sks matakuliah dalam satu semester	IP semester 1 (X_1)	Numerik	0 – 4
		IP semester 2 (X_2)	Numerik	0 – 4
		IP semester 3 (X_3)	Numerik	0 – 4
		IP semester 4 (X_4)	Numerik	0 – 4
Predikat Kelulusan (Y)	Predikat yang diberikan kepada mahasiswa saat kelulusan yang ditentukan berdasarkan IPK dan masa studi mahasiswa	Pujian	Ordinal	$PK \geq 0,073$
		Sangat Memuaskan	Ordinal	$0,062 \leq PK < 0,073$
		Memuaskan	Ordinal	$0,052 \leq PK < 0,062$
		Cukup	Ordinal	$PK < 0,052$

Analisis karakteristik dari 243 data akademik mahasiswa yang telah dibersihkan dari bidang data yang tidak diperlukan, seperti mahasiswa yang tidak aktif selama masa perkuliahan dan mahasiswa yang melakukan mutasi studi, menyatakan bahwa terdapat 11,52% (28 data) lulus dengan predikat pujian, 22,22% (54 data) lulus dengan predikat sangat memuaskan, 31,28% (76 data)

lulus dengan predikat memuaskan dan 34,98% (85 data) lulus dengan predikat cukup.



Gambar 3.3 Distribusi Dataset yang Tidak Seimbang

Kelas predikat kelulusan diketahui sangat tidak seimbang seperti ditampilkan oleh Gambar 3.3. Hal ini akan mempengaruhi akurasi skenario penelitian yang diuji (Delen, 2010). Supaya mengurangi terjadinya bias dalam memodelkan data maka peneliti menggunakan dataset yang seimbang dimana keempat kelas diwakili secara sama. Dalam mewujudkan pendekatan tersebut, peneliti mengambil semua sampel dari kelas minoritas (pujian) dan secara acak memilih jumlah sampel yang mendekati kelas mayoritas (cukup) (Delen, 2010).

Proses ini menghasilkan 115 dataset yang terdiri dari 24,34% (28 data) untuk predikat pujian, 26,95% (31 data) untuk predikat sangat memuaskan, 26,08% (30 data) untuk predikat memuaskan dan 22,60% (26 data) untuk predikat cukup seperti diilustrasikan dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Distribusi Dataset yang Seimbang

Tabel 3.2 menunjukkan sampel dari dataset mahasiswa, dimana variabel yang diambil sebagai prediktor adalah IP semester satu, dua, tiga dan empat. Kolom terakhir ditetapkan sebagai variabel yang diprediksi. Dataset disimpan dalam file Microsoft Excel berformat *comma delimited values* (.csv).

Tabel 3.2 Sampel Dataset

NO.	NIM	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	PREDIKAT
1.	14650008	3,19	3,07	3,31	3,52	pujian
2.	15650007	3,62	3,83	3,90	3,76	pujian
3.	14650009	3,55	3,31	3,42	3,59	sangat memuaskan
4.	14650013	3,67	3,66	3,25	3,56	sangat memuaskan
5.	14650005	3,71	3,6	3,43	3,55	memuaskan
6.	14650006	3,33	3,42	3,00	3,27	memuaskan
7.	14650007	3,38	3,00	3,29	3,50	memuaskan
8.	14650012	3,57	3,20	3,23	3,36	cukup
9.	14650016	3,57	3,43	3,31	3,58	cukup
10.	14650017	3,48	3,36	3,11	3,47	cukup

3.5 Modeling

Subbab ini menjelaskan implementasi metode klasifikasi regresi logistik multinomial untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa. Untuk mencapai ini, model dikembangkan dari *data training* dimana nilai *input* maupun label *output* telah diketahui. Model menggeneralisasi hubungan antara *input* dan *output* kemudian menggunakannya untuk melakukan prediksi predikat kelulusan

mahasiswa pada kumpulan data lain dimana hanya nilai *input* saja diketahui.

Langkah-langkah dari metode yang diterapkan sebagai berikut:

1. Melakukan *input* dataset penelitian ke dalam sistem. Kemudian, pisahkan dataset menjadi dua subset: 80% untuk pelatihan dan 20% untuk validasi.
2. Komputasi regresi logistik pada data latih dimana, setiap paramater (x) menghasilkan nilai koefisien (β) dan *intercept* ditambahkan ke dalam sistem. Nilai koefisien dari masing-masing parameter dikalikan dengan nilai paramater bersangkutan. Hasil setiap perkalian lalu dijumlahkan dengan menambahkan nilai *intercept*.

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 \quad (3.1)$$

3. Nilai penjumlahan diterapkan ke dalam fungsi aktivasi—fungsi sigmoid atau fungsi logistik (Hosmer & Lemeshow, 2000), yang mana mengubah data yang diberikan dalam kisaran (0, 1) ditunjukkan pada persamaan 3.2. Nilai *output* yang diukur dengan regresi logistik menyesuaikan dengan probabilitas, artinya nilai 1 menunjukkan peluang lebih baik untuk berada dalam kelas predikat kelulusan tertentu daripada nilai, contoh 0.7.

$$f(z) = \frac{1}{1+e^{-z}}, -\infty < z < +\infty \quad (3.2)$$

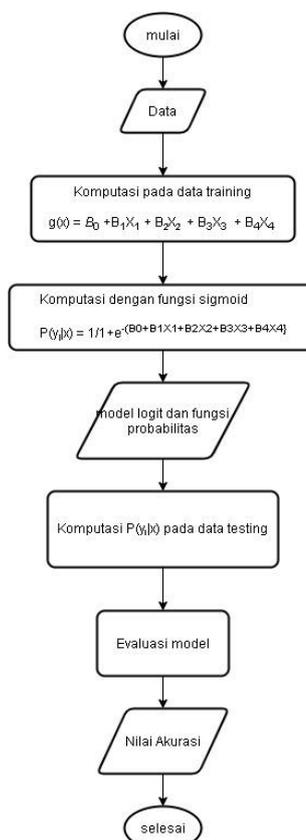
Dimana $z = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_px_p$ sehingga probabilitas bersyarat yang dimodelkan pada penelitian ini dapat dilambangkan pula dengan persamaan 3.3 berikut.

$$P(Y_i|x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4)}} \quad (3.3)$$

4. Komputasi $P(Y_i|x)$ untuk setiap mahasiswa di dalam data subset validasi.

5. Evaluasi model menggunakan *multiclass confusion matrix*.

Diagram alir dari regresi logistik multinomial ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 *Flowchart* Regresi Logistik Multinomial

3.5.1 Uji Asumsi Regresi

Dalam membangun suatu model regresi, langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan uji asumsi berupa uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas merupakan pengujian untuk menentukan apakah nilai residual dalam model regresi terdistribusi secara normal atau tidak. Asumsi normalitas diperlukan untuk memperkirakan normalitas error yang tidak bias sebagai bentuk penilaian kebaikan dari persamaan model regresi, yang artinya model dapat mewakili populasi karena memiliki sampel yang representatif (Qurnia Sari et al., 2017).

Oleh karena itu, model regresi yang baik adalah yang memiliki nilai residual terdistribusi secara normal. Uji normalitas menggunakan *Shapiro-wilk* dengan nilai alpha yang ditetapkan adalah 0,05. Hasil pengujian normalitas ditunjukkan dalam Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Hasil Uji Normalitas

<i>Predicted Value</i>	<i>Statistic</i>	Sig
	0,997	0,637

Berdasarkan hasil uji normalitas yang ditunjukkan oleh tabel di atas maka diketahui nilai *p-value* sebesar 0,637 yang mana lebih besar dari 0,05 berarti kesimpulan yang dapat diambil adalah distribusi data dalam penelitian memenuhi asumsi normalitas dan model dari hasil penelitian dapat mewakili populasi.

Asumsi pengujian selanjutnya adalah menguji keseragaman data. Uji homogenitas varian menguji apakah setiap variabel independen memiliki karakteristik yang seragam atau tidak. Asumsi homogenitas perlu dilakukan supaya inferensi dan prediksi berdasarkan parameter-parameter dalam kelompok sampel dapat konsisten dan tidak keliru (Qurnia Sari et al., 2017). Tabel 3.4 menunjukkan hasil pengujian dari asumsi homogenitas varian.

Tabel 3.3 Hasil Uji Homogenitas

		Sig
IP 1	<i>Based on Mean</i>	0,711
IP 2	<i>Based on Mean</i>	0,649
IP 3	<i>Based on Mean</i>	0,117
IP 4	<i>Based on Mean</i>	0,055

Berdasarkan tabel pengujian homogenitas di atas, diketahui bahwa nilai *p-value* dari masing-masing variabel independen memiliki nilai lebih besar dari 0,05 sehingga dalam penelitian ini asumsi homogenitas terpenuhi dan setiap parameter yang dijadikan estimator tidak bias dan konsisten.

3.5.2 Uji Independensi Parameter

Analysis of variance (ANOVA) merupakan metode yang menunjukkan perbedaan rata-rata variansi di antara dan dalam kelompok sampel (Kim, 2017). Uji Anova bertujuan untuk mengetahui apakah perbedaan antara kelompok data signifikan secara statistik atau tidak sebab dengan memahami bagaimana rata-rata setiap variabel independen berbeda dari yang lainnya, dapat mulai dipelajari hubungan dengan variabel dependen dan memahami faktor yang mendorong perilaku tersebut.

Dalam menentukan perbedaan rata-rata dari tiga kelompok atau lebih yang saling independen maka uji yang paling umum digunakan adalah *one-way* Anova. Penelitian menggunakan uji *one-way* Anova karena terdapat empat kelompok yang saling independen atau bebas serta memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Kisaran tingkat signifikansi atau nilai alpha yang didefinisikan adalah 0,05. Hasil analisis uji *one-way* Anova untuk mengidentifikasi independensi pada variabel ditunjukkan dalam Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Hasil Uji *One-Way* ANOVA

		<i>Sum of Square</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
IP 1	<i>Between Groups</i>	0,371	3	0,124	3,556	0,017
	<i>Within Groups</i>	3,861	111	0,035		
IP 2	<i>Between Groups</i>	1,772	3	0,591	5,310	0,002
	<i>Within Groups</i>	12,346	111	0,111		
IP 3	<i>Between Groups</i>	2,781	3	0,927	21,347	0,000
	<i>Within Groups</i>	4,820	111	0,043		
IP 4	<i>Between Groups</i>	4,460	3	1,487	18,389	0,000
	<i>Within Groups</i>	8,975	111	0,081		

Dapat diamati pada Tabel 3.5 di atas bahwa variabel IP 1 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,017 dalam variansi antar kelompok yang mana nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 berarti hasil dari uji Anova signifikan. Dengan kata

lain, terdapat perbedaan antara kelompok IP 1 dengan kelompok lainnya, yaitu IP 2, IP 3, dan IP 4. Selanjutnya, analisis kedua dilakukan terhadap variabel IP 2 yang memiliki nilai signifikansi sebesar 0,002 dalam variansi antar kelompok. Nilai 0,002 lebih kecil dari 0,05 sehingga hasil uji signifikan dan dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan antara IP 2 dengan kelompok lainnya, yaitu IP 1, IP 3, dan IP 4.

Pengamatan ketiga dilakukan terhadap variabel IP 3 yang menunjukkan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 berarti uji Anova signifikan. Oleh karena itu, kelompok IP 3 juga menunjukkan adanya perbedaan dengan kelompok IP 1, IP 2, dan IP 4. Analisis keempat mengamati variabel IP 4 yang menunjukkan nilai signifikan lebih kecil dari 0,05 yang artinya uji Anova signifikan dan variabel IP 4 terbukti pula menunjukkan adanya perbedaan dengan kelompok variabel-variabel lain. Dengan demikian, berdasarkan hasil pengujian Anova yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa masing-masing variabel indeks prestasi yang digunakan sebagai variabel independen dalam penelitian ini terbukti eksklusif atau saling bebas terhadap satu sama lain.

3.5.3 Uji Signifikansi Parameter

Statistik deskriptif pada bab sebelumnya menunjukkan jika variabel-variabel yang disorot dalam penelitian ini dapat berdampak terhadap keberhasilan akademik mahasiswa. Peneliti menganalisis lebih lanjut signifikansi variabel regresi logistik melalui statistik Wald dan perubahan statistik *Likelihood Ratio* dengan mempertimbangkan nilai alpha sebesar 0,05. *Source code* implementasi uji signifikansi parameter ditampilkan pada Gambar 3.6.

```
#Estimasi parameter
import statsmodels.api as sm

logit_model=sm.MNLogit(y_train,sm.add_constant(X_train))
logit_model
result=logit_model.fit()
result.summary()
```

Gambar 3.6 Source Code Uji Signifikansi Parameter

3.5.3.1 Uji Serentak

Hasil pengujian signifikansi parameter secara serentak ditunjukkan pada Gambar 3.7 di bawah.

Dep. Variable:	y	No. Observations:	92
Model:	MNLogit	Df Residuals:	77
Method:	MLE	Df Model:	12
Date:	Mon, 24 Oct 2022	Pseudo R-squ.:	0.2622
Time:	09:57:51	Log-Likelihood:	-94.002
converged:	True	LL-Null:	-127.41
Covariance Type:	nonrobust	LLR p-value:	1.260e-09

Gambar 3.7 Estimasi Parameter secara Serentak

Berdasarkan keterangan dari gambar di atas, diketahui bahwa hasil pengujian *Likelihood Ratio* memiliki nilai *p-value* sebesar 1.260e-09, dimana nilai ini lebih kecil dari 0,05 sehingga didapatkan keputusan tolak H_0 . Hal ini mengartikan bahwa terdapat paling sedikit satu variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap predikat kelulusan mahasiswa.

3.5.3.2 Uji Parsial

Pengujian parsial menunjukkan bahwa dari empat variabel independen yang digunakan terdapat dua variabel yang berpengaruh signifikan secara individu terhadap predikat kelulusan mahasiswa, yakni indeks prestasi semester tiga dan

indeks prestasi semester empat karena menunjukkan nilai signifikan yang lebih kecil dari 0,05 sehingga didapatkan keputusan tolak H_0 .

Hasil uji parsial dari predikat sangat memuaskan menunjukkan bahwa variabel yang paling signifikan adalah variabel IP semester tiga dengan nilai 0,014. Demikian pula pada predikat memuaskan yang menunjukkan variabel yang paling signifikan adalah IP semester tiga dengan nilai 0,004. Berbeda halnya dengan predikat cukup, selain menunjukkan variabel IP semester tiga yang signifikan dengan nilai 0,001 terdapat pula variabel lain yang juga signifikan, yaitu IP semester empat dengan nilai 0,008. Oleh karena itu, berdasarkan pengamatan parameter secara parsial dapat diketahui bahwa terdapat dua variabel yang signifikan berpengaruh terhadap predikat kelulusan mahasiswa, yaitu IP di semester tiga dan empat. Di sisi lain, IP semester satu dan dua ternyata kurang menunjukkan signifikansi terhadap predikat kelulusan mahasiswa.

Gambar 3.8 menampilkan estimasi parameter secara parsial untuk predikat kelulusan mahasiswa dimana sangat memuaskan diberi keterangan $y = 1$, memuaskan diberi keterangan $y = 2$, dan cukup diberi keterangan $y = 3$. Berdasarkan pengujian, predikat kelulusan yang dijadikan pembanding adalah pujian diberi keterangan $y = 0$.

y=1	coef	std err	z	P> z 	[0.025	0.975]
const	31.0797	10.816	2.873	0.004	9.880	52.280
x1	0.9712	2.523	0.385	0.700	-3.974	5.916
x2	-1.8816	1.795	-1.048	0.295	-5.401	1.637
x3	-5.9963	2.439	-2.458	0.014	-10.777	-1.216
x4	-1.8769	2.222	-0.845	0.398	-6.232	2.478
y=2	coef	std err	z	P> z 	[0.025	0.975]
const	48.8668	11.924	4.098	0.000	25.497	72.237
x1	-0.3403	2.550	-0.133	0.894	-5.338	4.657
x2	-1.7098	1.889	-0.905	0.365	-5.413	1.993
x3	-7.5188	2.634	-2.855	0.004	-12.681	-2.357
x4	-4.4035	2.305	-1.910	0.056	-8.922	0.114
y=3	coef	std err	z	P> z 	[0.025	0.975]
const	54.9767	13.015	4.224	0.000	29.469	80.485
x1	2.3005	2.802	0.821	0.412	-3.192	7.793
x2	-2.6224	1.908	-1.375	0.169	-6.361	1.116
x3	-9.3660	2.799	-3.347	0.001	-14.851	-3.881
x4	-6.2982	2.386	-2.640	0.008	-10.974	-1.622

Gambar 3.8 Estimasi Parameter secara Parsial

3.5.4 Model Logistik

Proses *training* menghasilkan tiga buah fungsi logit, yaitu fungsi logit untuk predikat kelulusan sangat memuaskan, memuaskan, dan cukup sementara kategori yang digunakan sebagai pembanding adalah predikat kelulusan pujian. Merujuk pada persamaan 2.3 maka fungsi regresi logistik multinomial untuk prediksi predikat kelulusan seorang mahasiswa apabila diketahui nilai IP empat semester awalnya secara runtun bernilai, 3,55 (x_1); 3,46 (x_2); 3,38(x_3); dan 3,48 (x_4) adalah sebagai berikut:

1. $g_1(x) = 31,079 + 0,971x_1 - 1,881x_2 - 5,996x_3 - 1,876x_4$

$$= 31,079 + 0,971(3,55) - 1,881(3,46) - 5,996(3,38) - 1,876(3,48)$$

$$= 1,22$$

$$2. \quad g_2(x) = 48,866 - 0,340x_1 - 1,709x_2 - 7,518x_3 - 4,403x_4$$

$$= 48,866 - 0,340(3,55) - 1,709(3,46) - 7,518(3,38) - 4,403(3,48)$$

$$= 1,014$$

$$3. \quad g_3(x) = 54,976 + 2,300x_1 - 2,622x_2 - 9,366x_3 - 6,298x_4$$

$$= 54,976 + 2,300(3,55) - 2,622(3,46) - 9,366(3,38) - 6,298(3,48)$$

$$= 0,495$$

Setelah mendapatkan nilai untuk ketiga model logit maka langkah berikutnya adalah mengukur nilai probabilitas masing-masing kategori dalam predikat kelulusan mahasiswa menggunakan persamaan 2.4 sampai 2.7 sehingga didapatkan nilai probabilitas sebagaimana berikut:

$$1. \quad \pi_1(x) = \frac{\exp(1,22)}{1 + \exp(1,22) + \exp(1,014) + \exp(0,495)} = 0,385$$

$$2. \quad \pi_2(x) = \frac{\exp(1,014)}{1 + \exp(1,22) + \exp(1,014) + \exp(0,495)} = 0,313$$

$$3. \quad \pi_3(x) = \frac{\exp(0,495)}{1 + \exp(1,22) + \exp(1,014) + \exp(0,495)} = 0,186$$

$$4. \quad \pi_4(x) = \frac{1}{1 + \exp(1,22) + \exp(1,014) + \exp(0,495)} = 0,113$$

Keterangan:

π_1 = fungsi probabilitas untuk predikat kelulusan sangat memuaskan

π_2 = fungsi probabilitas untuk predikat kelulusan memuaskan

π_3 = fungsi probabilitas untuk predikat kelulusan cukup

π_4 = fungsi probabilitas untuk predikat kelulusan pujian

Dengan mengamati nilai probabilitas di atas maka diketahui bahwa mahasiswa dengan IP semester satu senilai 3,55; IP semester dua senilai 3,46; IP semester tiga senilai 3,38; dan IP semester empat senilai 3,48 berpeluang paling besar untuk lulus dengan mendapatkan predikat sangat memuaskan pada akhir masa studinya dengan nilai peluang sebesar 0,385. Apabila masa studi mahasiswa tersebut melebihi semester delapan maka peluang terbesar keduanya adalah lulus dengan mendapatkan predikat memuaskan, yaitu sebesar 0,313 sedangkan peluang keduanya adalah lulus dengan predikat cukup sebesar 0,186. Mahasiswa bersangkutan memiliki peluang paling kecil senilai 0,113 untuk mendapatkan predikat kelulusan pujian. Gambar 3.9 menampilkan baris *source code* implementasi untuk membangun model regresi logistik multinomial.

```
#Train-test split
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size = 0.2, random_state = 2)

#Melihat jumlah data training dan data testing
print("Banyaknya data training:", X_train.shape)
print("banyaknya data testing:", X_test.shape)

#Implementasi metode
clf = LogisticRegression(multi_class='multinomial', max_iter = 300)
clf.fit(X, y)

#Prediksi data testing
y_pred = clf.predict(X_test)
y_pred
```

Gambar 3.9 Source Code Implementasi Regresi Logistik Multinomial

3.5.5 Evaluasi Model

Bagian ini menerangkan evaluasi terhadap model yang telah didapatkan dalam proses *learning* metode regresi logistik multinomial. Evaluasi model diukur menggunakan *multiclass confusion matrix* dikarenakan penelitian ini termasuk ke dalam *multiclass classification*. Evaluasi model meliputi pengukuran presisi, *recall*, akurasi, dan *micro f1-score*. Source code implementasi confusion matrix untuk mengevaluasi sistem ditampilkan pada Gambar 3.10 di bawah.

```

#Confusion matrix
kategori_id_data = data[['PREDIKAT']].drop_duplicates()
conf_mat = confusion_matrix(y_test, y_pred)
fig, ax = plt.subplots(figsize=(8,6))
sns.heatmap(conf_mat, annot=True, fmt='d',
            xticklabels=kategori_id_data.PREDIKAT.values, yticklabels=kategori_id_data.PREDIKAT.values)
plt.ylabel('Actual')
plt.xlabel('Predicted')
plt.show()

```

Gambar 3.10 Source Code Confusion Matrix

Presisi atau disebut juga dengan *confidence* diartikan sebagai kecocokan antara jawaban yang diberikan sistem atas permintaan informasi dari pengguna (Mayadewi & Rosely, 2015). Presisi menyatakan proporsi unit yang diprediksi positif oleh model yang juga positif pada data sebenarnya. Dengan kata lain, presisi memberi tahu seberapa besar dapat mempercayai model ketika model itu memprediksi individu sebagai positif (Grandini et al., 2020).

Recall atau *sensitivity* dapat diartikan sebagai kemampuan model untuk menemukan semua unit positif dalam *dataset* (Grandini et al., 2020). Formula presisi dan *recall* secara runtut ditunjukkan pada persamaan 3.1 dan 3.2 berikut.

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3.1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3.2)$$

Keterangan:

1. *True Positive* (TP) adalah elemen yang diberi label positif oleh model yang juga positif pada data sebenarnya.
2. *False Positive* (FP) adalah elemen yang diberi label positif oleh model, tetapi sebenarnya negatif.
3. *True Negative* (TN) adalah elemen yang diberi label negatif oleh model yang juga negatif pada data sebenarnya.

4. *False Negative* (FN) adalah elemen yang diberi label negatif oleh model, tetapi sebenarnya positif

Apabila akurasi klasifikasi dianggap dapat diterima maka model dapat diterapkan untuk mengklasifikasi set data masa mendatang yang label kelas tidak diketahui (Han et al., 2012). Akurasi pengklasifikasi merupakan jumlah total prediksi yang benar dibagi dengan jumlah total prediksi yang dibuat untuk dataset. Persamaan 3.3 merupakan formula pengukuran akurasi.

$$Akurasi = \frac{TP}{Total\ data\ testing} \quad (3.3)$$

Dalam klasifikasi *multiclass* dimana observasi hanya memiliki label tunggal, *micro-averaged f1-score* identik dengan akurasi klasifikasi secara keseluruhan (Zhang et al., 2015). *F1-score* menyediakan cara untuk menggabungkan presisi dan *recall* dalam satu ukuran yang menangkap kedua properti (nilai *f1-score* yang buruk adalah 0,0 dan nilai *f1-score* terbaik adalah 1,0) (Alturki et al., 2021). Seluruh kelas observasi digabung untuk mengukur *micro-averaged* presisi dan *micro-averaged recall* sehingga diperoleh rata-rata harmonik *micro f1-score*. Formula *micro f1-score* ditunjukkan pada persamaan 3.4 di bawah.

$$F1 - score = 2 \frac{Presisi \times Recall}{Presisi + Recall} \quad (3.4)$$

3.6 Deployment Sistem

Deployment menerapkan model yang telah didapatkan ke tahap produksi supaya sistem dapat diberikan ke dalam bentuk yang mudah digunakan serta mudah dijangkau oleh pengguna akhir secara langsung. Untuk membuat aplikasi

website dari model yang dibangun, peneliti menggunakan Flask yang merupakan *framework* aplikasi web *open source* yang ditulis dalam bahasa Python. *Source code deployment* model regresi logistik multinomial ke dalam Flask ditunjukkan pada Gambar 3.11 serta 3.12 berikut.

```

1 import os
2 import logging
3 import math
4 import time
5 import pickle
6 import pandas as pd
7 import statsmodels.api as sm
8 from sklearn.linear_model import LogisticRegression
9 from sklearn.model_selection import train_test_split
10 from sklearn.linear_model import LogisticRegression
11 from flask import Flask, render_template, request, redirect, url_for, abort, session
12
13 ###=>>FLASK ROOT SETTING
14 project_root = os.path.dirname(__file__)
15 template_path = os.path.join(project_root, 'templates')
16 static_path = os.path.join(project_root, 'static')
17
18 app = Flask(__name__, template_folder=template_path, static_folder=static_path)
19 app.secret_key = 'ini kunci rahasia'
20
21 #memanggil data csv
22 data = pd.read_csv('data/dataset_ip4_hip4.csv')
23 #PREDIKAT
24 data['PREDIKAT'].value_counts()
25 data['PREDIKAT id'] = data['PREDIKAT'].factorize()[0]
26 kategori_id_data = data[['PREDIKAT', 'PREDIKAT id']].drop_duplicates().sort_values('PREDIKAT id')
27 kategori_to_id = dict(kategori_id_data.values)
28 PREDIKAT = dict(kategori_id_data[['PREDIKAT id', 'PREDIKAT']].values)
29 #Extract data
30 X = data.iloc[:,2:9].values
31 y = data.iloc[:,1].values
32 # membagi data set menggunakan sklearn
33 X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size = 0.2, random_state = 20)
34
35 @app.route('/', methods=['GET', 'POST'])
36 def index():

```

Gambar 3.11 Source Code Deployment Flask

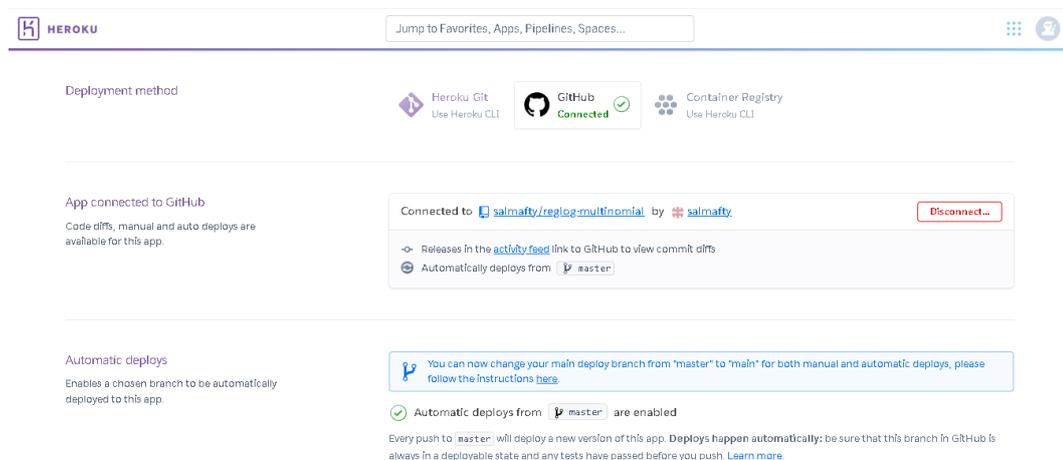
```

35 @app.route('/', methods=['GET', 'POST'])
36 def index():
37     if request.method == 'POST':
38         IP1 = request.form['ip1']
39         IP2 = request.form['ip2']
40         IP3 = request.form['ip3']
41         IP4 = request.form['ip4']
42         dictData = {
43             'IP 1' : [IP1],
44             'IP 2' : [IP2],
45             'IP 3' : [IP3],
46             'IP 4' : [IP4]
47         }
48         dataPredict = pd.DataFrame(data = dictData)
49
50         if os.path.exists('model/model_lr.pkl'):
51             model = pickle.load(open('model/model_lr.pkl', 'rb'))
52             pred = model.predict(dataPredict)
53             predictRes = PREDIKAT[pred[-1]]
54
55             return render_template('index.html', s=True, data=dictData, predict=predictRes)
56
57         return render_template('index.html', predictStatus=False)
58
59 #run flask server
60 if __name__ == '__main__':
61     logging.basicConfig(filename='static/error.log', level=logging.DEBUG)
62     app.run(host='0.0.0.0', port=80, debug=True)

```

Gambar 3.12 Lanjutan Source Code Deployment Flask

Aplikasi Flask yang telah dibangun kemudian di *deploy* ke Heroku sebagai *cloud platform as a service*. Gambar 3.13 menunjukkan tampilan laman *website* Heroku setelah berhasil men-*deploy* aplikasi Flask yang telah dibangun sebelumnya ke dalam Heroku dengan tujuan supaya aplikasi dapat terus berjalan pada laman *website* tanpa perlu menjalankannya dari lokal komputer kembali.



Gambar 3.13 *Deployment* Sistem pada Heroku

3.7 Implementasi Sistem

Terdapat beberapa perangkat, baik lunak (*software*) maupun keras (*hardware*) yang digunakan untuk membangun sistem prediksi predikat kelulusan mahasiswa menggunakan metode regresi logistik multinomial diantaranya adalah:

- 1) Perangkat keras (*hardware*), yaitu laptop pribadi dengan spesifikasi:
 - a. CPU : AMD Quad Core E2-6110 1.50 GHz
 - b. RAM : 4GB
 - c. HDD : 500GB
- 2) Perangkat lunak (*software*)
 - a. Jupyter Notebook
 - b. Python 3.8(64-bit)

- c. Sublime Text 3
- d. Heroku

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

4.1 Skenario Pengujian

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengukur akurasi dari hasil prediksi predikat kelulusan mahasiswa pada mahasiswa tahun 2014-2016 serta mengukur persentase mahasiswa tahun 2017 yang diprediksi berpotensi lulus dengan predikat pujian, sangat memuaskan, memuaskan, dan cukup.

Tahapan pertama ialah mendapatkan *groundtruth* yang akan digunakan sebagai data pembanding terhadap hasil prediksi yang dilakukan sistem. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data yang diperoleh dari Bagian Administrasi Akademik (BAK) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dengan variabel terpilih berupa Indeks Prestasi empat semester awal. *Groundtruth* didapatkan dari kisaran atribut IPK dibagi masa studi lalu dilabelkan menyesuaikan aturan yang berlaku di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang tentang predikat kelulusan bagi program Sarjana (S1).

Tahapan selanjutnya melakukan *preprocessing*, yaitu menghapuskan data-data yang tidak valid. Hasil *preprocessing* tersebut mengumpulkan sebanyak 115 data. Dataset tersebut disimpan dalam file Microsoft Excel dengan format *comma delimited values* (.csv). Setelah dataset.csv diinputkan ke sistem, peneliti membagi data tersebut menjadi dua bagian dengan perbandingan 80:20 yang artinya sebanyak 92 data (80%) digunakan sebagai data *training* sedangkan 23 data sisanya (20%) digunakan sebagai data *testing*. Proses pembagian diinisialisasikan

menggunakan modul `train_test_split` milik Scikit-learn Python pada Jupyter Notebook. Tabel 4.1 menunjukkan sepuluh sampel dari data *training*.

Tabel 4.1 Sampel Data *Training*

No.	X_train				Y_train
	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	Predikat
1.	3,52	3,61	3,41	3,54	Pujian
2.	3,19	3,07	3,31	3,52	Pujian
3.	3,57	3,67	3,62	3,75	Pujian
4.	3,52	3,33	3,41	3,4	Sangat Memuaskan
5.	3,57	3,20	3,23	3,36	Cukup
6.	3,81	3,81	3,70	3,56	Pujian
7.	3,62	3,08	3,02	3,29	Memuaskan
8.	3,74	3,72	3,74	3,6	Pujian
9.	3,62	3,57	3,33	3,48	Sangat Memuaskan
10.	3,71	3,37	3,76	3,55	Pujian

Dalam membangun model regresi logistik multinomial di Jupyter Notebook, peneliti selanjutnya menggunakan modul `LogisticRegression` dan menginisialisasi paramater `multi_class` sebagai multinomial. Metode regresi logistik multinomial diterapkan pada data *training* untuk proses *learning* sehingga menghasilkan tiga buah model logit predikat kelulusan mahasiswa dengan satu predikat, yaitu pujian dijadikan pembanding. Model logit untuk predikat kelulusan sangat memuaskan, memuaskan dan cukup secara berturut-turut sebagai berikut:

$$1. g_1(x) = 31,079 + 0,971x_1 - 1,881x_2 - 5,996x_3 - 1,876x_4$$

$$2. g_2(x) = 48,866 - 0,340x_1 - 1,709x_2 - 7,518x_3 - 4,403x_4$$

$$3. g_3(x) = 54,976 + 2,300x_1 - 2,622x_2 - 9,366x_3 - 6,298x_4$$

Setelah mendapatkan model, maka pengujian dilanjutkan dengan membandingkan hasil prediksi model terhadap predikat kelulusan dalam 23 data *testing*. Hal ini bertujuan untuk mengukur performa sistem prediksi predikat

kelulusan mahasiswa yang telah dibangun dalam hal presisi, *recall*, akurasi dan *f1-score*. Tabel 4.2 menampilkan sepuluh sampel dari data *testing*.

Tabel 4.2 Sampel Data *Testing*

No.	X_test				Y_test
	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	Predikat
1.	3,55	3,46	3,38	3,48	Sangat Memuaskan
2.	3,31	3,17	3,58	3,58	Memuaskan
3.	3,57	3,59	3,72	3,69	Pujian
4.	3,48	3,27	3,65	3,71	Pujian
5.	3,74	3,54	3,69	3,88	Pujian
6.	3,48	3,43	3,48	3,31	Memuaskan
7.	3,83	3,80	3,96	3,83	Pujian
8.	3,43	2,83	3,14	3,50	Sangat Memuaskan
9.	2,88	2,29	2,81	2,73	Cukup
10.	3,50	3,39	3,72	3,69	Pujian

Evaluasi sistem menggunakan *multiclass confusion matrix* karena penelitian ini termasuk kedalam *multiclass classification*. Nilai presisi, *recall*, akurasi dan *f1-score* diukur secara runtun menggunakan persamaan 3.1, 3.2, 3.3, dan 3.4. Kriteria klasifikasi berdasarkan pengukuran performa akurasi sistem ditunjukkan dalam Tabel 4.3 (Gorunescu, 2011). Nilai akurasi yang bisa diterima maka model dapat diterapkan pada dataset baru yang belum memiliki label kelas, yaitu dalam penelitian ini adalah dataset mahasiswa tahun 2017

Tabel 4.3 Penilaian Akurasi

Nilai Akurasi	Keterangan
0,90 – 1,00	Klasifikasi Sangat Baik
0,80 – 0,90	Klasifikasi Baik
0,70 – 0,80	Klasifikasi Cukup Baik
0,60 – 0,70	Klasifikasi Kurang Baik
< 0,60	Gagal

Setelah mendapatkan model dan mengevaluasinya maka tahap terakhir adalah melakukan *deployment* model, yaitu dengan membangun sebuah sistem berbasis *website* yang berdasarkan model supaya dapat memudahkan pengguna

dalam melakukan prediksi predikat kelulusan mahasiswa. Deployment model menggunakan Flask kemudian Heroku agar aplikasi dapat terus berjalan pada laman *website* tanpa perlu menjalankannya dari lokal komputer kembali.

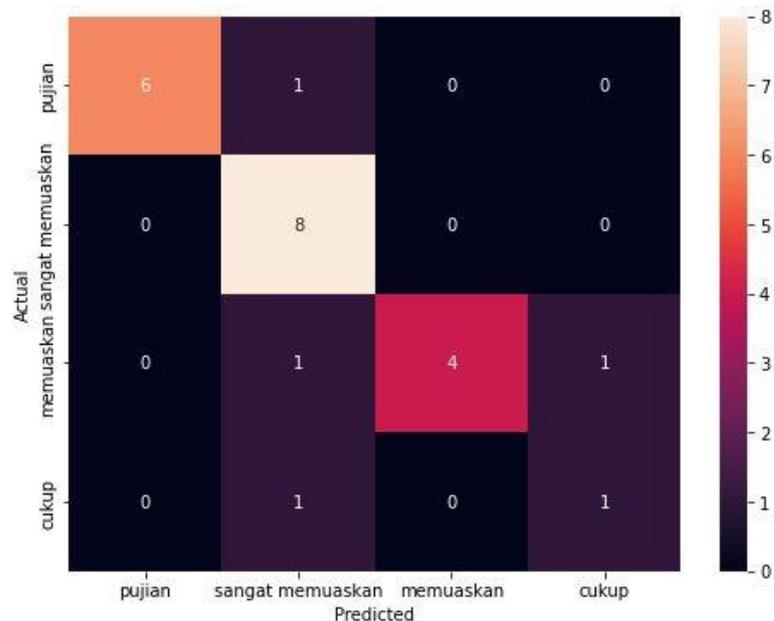
4.2 Hasil Uji Coba

Bagian ini memaparkan serta mengevaluasi hasil pengujian dari skenario uji coba yang telah dipaparkan pada subbab sebelumnya. Dalam skenario tersebut, telah didapatkan model logit dari proses *training* yang dilakukan. Model kemudian diterapkan ke dalam data *testing* untuk di uji kemampuannya dalam memprediksi predikat kelulusan mahasiswa. Tabel 4.4 menunjukkan hasil prediksi predikat kelulusan mahasiswa tahun 2014-2016 menggunakan metode regresi logistik multinomial.

Tabel 4.4 Hasil Prediksi Mahasiswa Tahun 2014-2016

No.	Y_test	Y_pred	Keterangan
1.	Sangat Memuaskan	Sangat Memuaskan	Sesuai
2.	Memuaskan	Sangat Memuaskan	Tidak Sesuai
3.	Pujian	Pujian	Sesuai
4.	Pujian	Pujian	Sesuai
5.	Pujian	Pujian	Sesuai
6.	Memuaskan	Memuaskan	Sesuai
7.	Pujian	Pujian	Sesuai
8.	Sangat Memuaskan	Sangat Memuaskan	Sesuai
9.	Cukup	Cukup	Sesuai
10.	Pujian	Pujian	Sesuai
11.	Sangat Memuaskan	Sangat Memuaskan	Sesuai
12.	Cukup	Sangat Memuaskan	Tidak Sesuai
13.	Memuaskan	Cukup	Tidak Sesuai
14.	Memuaskan	Memuaskan	Sesuai
15.	Sangat Memuaskan	Sangat Memuaskan	Sesuai
16.	Sangat Memuaskan	Sangat Memuaskan	Sesuai
17.	Pujian	Sangat Memuaskan	Tidak Sesuai
18.	Memuaskan	Memuaskan	Sesuai
19.	Sangat Memuaskan	Sangat Memuaskan	Sesuai
20.	Sangat Memuaskan	Sangat Memuaskan	Sesuai
21.	Sangat Memuaskan	Sangat Memuaskan	Sesuai
22.	Memuaskan	Memuaskan	Sesuai
23.	Pujian	Pujian	Sesuai

Visualisasi dari *multiclass confusion matrix* berdasarkan hasil prediksi model pada Tabel 4.4 ditunjukkan oleh Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 *Multiclass Confusion Matrix* Predikat Kelulusan Mahasiswa

Analisis perhitungan nilai *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN) pada *multiclass confusion matrix* dilakukan dengan menghitung per kelas predikat kelulusan. Berikut pemaparan masing-masing kelas:

1. Kelas predikat kelulusan pujian

Tabel 4.5 *Multiclass Confusion Matrix* untuk Kelas Pujian

		Prediksi			
		Pujian	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Cukup
Aktual	Pujian	TP	FN	FN	FN
	Sangat Memuaskan	FP	TN	TN	TN
	Memuaskan	FP	TN	TN	TN
	Cukup	FP	TN	TN	TN

- TP = 6
- TN = 16
- FP = 0

- $FN = 1$

2. Kelas predikat kelulusan sangat memuaskan

Tabel 4.6 *Multiclass Confusion Matrix* untuk Kelas Sangat Memuaskan

		Prediksi			
		Pujian	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Cukup
Aktual	Pujian	TN	FP	TN	TN
	Sangat Memuaskan	FN	TP	FN	FN
	Memuaskan	TN	FP	TN	TN
	Cukup	TN	FP	TN	TN

- $TP = 8$
- $TN = 12$
- $FP = 3$
- $FN = 0$

3. Kelas predikat kelulusan memuaskan

Tabel 4.7 *Multiclass Confusion Matrix* untuk Kelas Memuaskan

		Prediksi			
		Pujian	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Cukup
Aktual	Pujian	TN	TN	FP	TN
	Sangat Memuaskan	TN	TN	FP	TN
	Memuaskan	FN	FN	TP	FN
	Cukup	TN	TN	FP	TN

- $TP = 4$
- $TN = 17$
- $FP = 0$
- $FN = 2$

4. Kelas predikat kelulusan cukup

Tabel 4.8 *Multiclass Confusion Matrix* untuk Kelas Cukup

		Prediksi			
		Pujian	Sangat Memuaskan	Memuaskan	Cukup
Aktual	Pujian	TN	TN	TN	FP
	Sangat Memuaskan	TN	TN	TN	FP
	Memuaskan	TN	TN	TN	FP
	Cukup	FN	FN	FN	TP

- TP = 1
- TN = 20
- FP = 1
- FN = 1

Kalkulasi perolehan nilai TP, TN, FP, dan FN dalam semua kelas predikat kelulusan yang telah dihitung sebelumnya tertera dalam Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Kalkulasi *Multiclass Confusion Matrix*

Predikat Kelulusan	Confusion Matrix			
	TP	TN	FP	FN
Pujian	6	16	0	1
Sangat Memuaskan	8	12	3	0
Memuaskan	4	17	0	2
Cukup	1	20	1	1
Total	19	67	4	4

Berdasarkan Tabel 4.9 maka nilai presisi, *recall*, akurasi, dan *micro f1-score* dapat diukur menggunakan persamaan 3.1, 3.2, 3.3, serta 3.4. Hasil pengukuran sebagai berikut:

$$\text{Presisi} = \frac{19}{(19+4)} = 82,61\%$$

$$\text{Recall} = \frac{19}{(19+4)} = 82,61\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{19}{23} = 82,61\%$$

$$f1\text{-score} = 2 \frac{(0.82 \times 0.82)}{(0.82 + 0.82)} = 82\%$$

Hasil evaluasi sistem dalam melakukan prediksi predikat kelulusan mahasiswa menggunakan metode regresi logistik multinomial menunjukkan nilai presisi sebesar 82,61%, nilai *recall* sebesar 82,61%, nilai akurasi 82,61% dan nilai *f1-score* sebesar 82%. Akurasi bernilai 82,61% menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan klasifikasi dengan baik (Gorunescu, 2011). Karena akurasi dianggap

baik maka artinya, model dapat diterapkan untuk mengklasifikasi dataset yang belum diketahui label atau kelas predikatnya (Han et al., 2012) dimana dalam penelitian ini, yaitu mahasiswa tahun 2017.

Model diterapkan untuk memprediksi predikat kelulusan yang akan diperoleh mahasiswa tahun 2017. Dataset ini memuat 114 data. Tabel 4.10 menyajikan hasil prediksi mahasiswa tahun 2017 menggunakan metode regresi logistik multinomial.

Tabel 4.10 Hasil Prediksi Mahasiswa Tahun 2017

Predikat Kelulusan	Jumlah Prediksi
Pujian	49
Sangat Memuaskan	24
Memuaskan	19
Cukup	22
Total	114

Berdasarkan Tabel 4.10 maka dapat diketahui persentase dari mahasiswa tahun 2017 yang diprediksi berpotensi lulus dengan memperoleh predikat pujian, sangat memuaskan, memuaskan, dan cukup, yaitu sebagai berikut:

$$\text{Pujian} = \frac{49}{114} \times 100 = 42,98 \%$$

$$\text{Sangat Memuaskan} = \frac{24}{114} \times 100 = 21,05 \%$$

$$\text{Memuaskan} = \frac{19}{114} \times 100 = 16,67\%$$

$$\text{Cukup} = \frac{22}{114} \times 100 = 19,30\%$$

Dengan demikian, berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menggunakan metode regresi logistik multinomial untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa tahun 2017 menunjukkan bahwa sebanyak 42,98% mahasiswa diprediksi berpotensi untuk lulus dengan predikat pujian apabila masa studinya delapan semester. Sementara di sisi lain, 21,05% mahasiswa diprediksi

berpotensi lulus dengan predikat sangat memuaskan, diikuti 19,30% mahasiswa diprediksi berpotensi lulus dengan predikat cukup. Sebagian kecil mahasiswa lain, yaitu 16,67% diprediksi berpotensi untuk lulus dengan predikat memuaskan.

Supaya memudahkan pengguna akhir dalam melakukan prediksi predikat kelulusan maka dilakukan proses *deployment* model menggunakan Flask serta Heroku sehingga prediksi predikat kelulusan dapat diakses dengan lebih mudah pada situs *web*. Tampilan dari sistem prediksi predikat kelulusan mahasiswa menggunakan metode regresi logistik multinomial berbasis *website* ditunjukkan dalam Lampiran II.

4.3 Pembahasan

Hasil uji coba yang telah dikerjakan menunjukkan bahwa dengan data yang cukup, metode regresi logistik multinomial dapat melakukan prediksi predikat kelulusan mahasiswa di Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang berdasarkan variabel yang diberikan, yaitu indeks prestasi empat semester awal dengan akurasi sebesar 82,61%. Akurasi menunjukkan persentase seberapa dekat mahasiswa diprediksi dengan benar disetiap kategori yang diprediksi. Dapat diketahui, dari 23 mahasiswa yang diteliti maka model dapat memprediksi predikat kelulusan dengan tepat sebesar 19 mahasiswa.

Hasil evaluasi sistem juga mendapatkan nilai presisi sebesar 82,61% yang merupakan ukuran dari 19 mahasiswa yang model prediksi dengan benar (positif) terhadap 23 mahasiswa yang memiliki nilai aktual positif. Dalam penelitian ini artinya, ketika model memprediksi mahasiswa yang akan mengalami akademik rendah di setiap waktunya maka mahasiswa tersebut memiliki sebesar 82,61%

untuk mengalaminya. Hal ini dikarenakan presisi mengacu pada seberapa dekat pengukuran kriteria yang sama terhadap satu sama lain.

Sedangkan nilai *recall* atau *sensitivity* sebesar 82,61% berarti dari 23 mahasiswa yang aktualnya benar (positif), model dapat mengidentifikasi 19 mahasiswa yang juga bernilai positif. Tingkat sensitivitas atau kemampuan sistem menemukan kembali sebuah informasi yang relevan di tiap waktu menghindari sistem supaya tidak memprediksi mahasiswa yang sebenarnya memiliki prestasi akademik rendah (dilihat dari predikat kelulusan cukup) namun diprediksi selain dari itu sehingga mahasiswa tersebut tidak ada diberikan intervensi dari pihak akademik yang berwenang. Nilai harmonik presisi dan *recall* di dapatkan dari nilai *micro f1-score* sebesar 82%.

Berdasarkan nilai akurasi 82,61% yang telah dipaparkan, dapat dinyatakan bahwa sistem yang dibangun mampu melakukan pengklasifikasian dengan baik (Gorunescu, 2011) sehingga model regresi logistik multinomial dapat diterapkan untuk melakukan prediksi pada data mahasiswa Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang tahun 2017 yang belum diketahui label atau predikat kelulusannya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dengan masa studi delapan semester, terdapat sebesar 42,98% mahasiswa berpotensi lulus dengan predikat pujian, diikuti lulus dengan predikat sangat memuaskan sebesar 21,05%, kemudian lulus dengan predikat cukup sebesar 19,30%, dan terakhir lulus dengan predikat memuaskan sebesar 16,67%. Dengan mengidentifikasi mahasiswa yang predikat kelulusannya “Cukup” sejak dini pada mahasiswa tahun 2017, yaitu sebesar 19,30% maka diharapkan pihak akademik

yang berwenang dapat mengambil tindakan positif yang strategis atau remediasi yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa agar saat semester berikutnya, nilai prestasi akademiknya dapat meningkat sehingga mahasiswa tersebut dapat lulus dengan predikat kelulusan yang lebih baik. Menyesuaikan dengan penelitian Arsad et al. (2013), lebih baik untuk menyarankan mahasiswa secara akademis sedini mungkin setelah mendeteksi kemampuan yang kurang baik, yaitu pada penyelesaian semester empat.

Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan terjadinya kesalahan dalam memprediksi kinerja mahasiswa berdasarkan predikat kelulusan sehingga nilai akurasi sistem belum dapat mendekati maksimal di antaranya, estimasi *Maximum Likelihood Estimator* (MLE) yang digunakan untuk mengestimasi parameter dalam regresi logistik dapat sangat dipengaruhi oleh keberadaan outlier dalam data. Outlier sering diamati sangat mempengaruhi pola *covariate* dan akibat kehadirannya akan memberikan interpretasi yang menyesatkan (Ahmad et al., 2012). Outlier didefinisikan sebagai pengamatan yang tampak tidak konsisten atau menyimpang dari pengamatan lain dalam kumpulan data. Selain itu, kekayaan dari segi kuantitas dan kualitas data yang mewakili fenomena yang dipertimbangkan juga diketahui memiliki pengaruh (Delen, 2010).

Peneliti menemukan bahwa Indeks Prestasi (IP) yang diperoleh mahasiswa di keempat semester awal memainkan peran penting dalam memprediksi predikat kelulusan mahasiswa. Namun, IP yang diperoleh mahasiswa pada semester tiga dan empat ternyata lebih berpengaruh terhadap prediksi predikat kelulusan dibandingkan dengan semester satu dan dua. Hal ini mendukung dengan temuan

Alturki et al. (2021). Signifikansi IP semester tiga dan empat relatif masuk akal karena distribusi mata kuliah fundamental lebih banyak saat semester ini daripada di semester satu dan dua sehingga taraf kesulitannya lebih meningkat serta membuat keterampilan mahasiswa mulai terlihat lebih banyak. Dengan demikian, pada tahun ajaran berikutnya pihak akademik dapat memperhatikan lebih seksama prestasi akademik mahasiswa di semester tiga dan semester empat dalam langkah dini meningkatkan kualitas lulusan.

Hasil predikat kelulusan yang didapatkan seorang mahasiswa merupakan bentuk penilaian dari pencapaiannya selama menempuh studi di perguruan tinggi. Sebagai seorang mahasiswa yang beriman maka sudah sewajarnya untuk berusaha semaksimal mungkin dalam menuntut ilmu semata-mata demi mencari keridhoan Allah di muka bumi. Usaha yang dapat dilakukan oleh seorang mahasiswa adalah dengan belajar secara tekun dan aktif di setiap semesternya, terutama di semester tiga dan empat agar pada akhir masa studinya, mahasiswa bisa mendapatkan predikat kelulusan yang maksimal. Tentu saja dalam perjalanan menuntut ilmu di perguruan tinggi akan terdapat beragam cobaan atau kesulitan yang menghadang, namun hal tersebut semestinya menjadikan mahasiswa untuk lebih bersabar, tidak berputus asa dan bertawakal atas usaha yang telah dikerjakan. Hal ini karena Allah pemilik rencana dan akan memberikan hasil yang terbaik bagi hamba-Nya seperti diterangkan dalam surah At-Talaq ayat 3 berikut:

وَيَرْزُقُهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ ۚ وَمَنْ يَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ فَهُوَ حَسْبُهُ ۗ إِنَّ اللَّهَ لُبَلِغُ أَمْرِهِ ۗ قَدْ جَعَلَ اللَّهُ
لِكُلِّ شَيْءٍ قَدْرًا

“Dan Dia memberinya rezeki dari arah yang tidak disangka-sangkanya. Dan barangsiapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupkan

(keperluan)nya. *Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan-Nya. Sungguh Allah telah mengadakan ketentuan bagi setiap sesuatu.*” (QS. At-Talaq: 03).

Tafsiran Jalalain وَيَرْزُقُهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ (*Dan memberinya rezeki dari arah yang tiada disangka-sangkanya*) dari arah yang belum pernah terbisik dalam kalbunya. وَمَنْ يَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ (*Dan barangsiapa yang bertawakal kepada Allah*) dalam semua perkaranya – فَهُوَ حَسْبُهُ (*niscaya Allah akan memberi kecukupan*) akan mencukupinya. إِنَّ اللَّهَ يُلْغُ أَمْرَهُ (*Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan-Nya*) tentang apa yang dikehendaki-Nya. فَجَعَلَ اللَّهُ لِكُلِّ شَيْءٍ (*Sesungguhnya Allah telah menjadikan bagi setiap sesuatu*) seperti hidup penuh kecukupan dan hidup sengsara – قَدْرًا (*ketentuan*) atau waktu-waktu yang ditentukan (Al-Mahalli & As-Suyuti, n.d.-b).

Berdasarkan uraian ayat di atas, jika disambungkan dengan penelitian ini maka apabila mahasiswa menghadapi cobaan atau kesulitan dalam proses belajar di perguruan tinggi, sudah sepantasnya untuk menyandarkan segala urusan kepada Allah kembali, karena telah disebutkan bahwa Allah akan memberikan jalan keluar dari kesulitan yang sedang dihadapi pada batas-batas waktu yang telah Dia tentukan. Oleh sebab itu, seorang mahasiswa dituntut bersabar dan berusaha secara sungguh-sungguh dalam menjalani proses belajar sehingga akan dicukupkan segala kebutuhannya.

Sistem prediksi predikat kelulusan mahasiswa dibangun untuk membantu perguruan tinggi dalam mewujudkan peningkatan kualitas lulusan serta mengatasi mahasiswa dengan prestasi akademik yang rendah. Membantu sesama adalah perbuatan yang mulia sebagaimana Allah *subhanahu wa ta'ala* memerintahkan

hamba-Nya untuk saling tolong menolong dalam hal kebaikan dalam surah Al-Ma'idah ayat 2.

...وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ ۗ

“...Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan...” (QS. Al-Ma'idah: 02).

Tafsir Jalalain tentang firman Allah di atas adalah (*Bertolong-tolonglah kamu dalam kebaikan*) yaitu dalam mengerjakan yang dititahkan (*dan ketakwaan*) dengan meninggalkan apa-apa yang dilarang (*dan janganlah kamu bertolong-menolong dalam berbuat dosa*) atau maksiat (*dan pelanggaran*) artinya melampaui batas-batas ajaran Allah (Al-Mahalli & As-Suyuti, n.d.-a). Apabila dikaitkan dengan penelitian ini, sistem prediksi predikat kelulusan mahasiswa yang dibangun menggunakan metode regresi logistik multinomial dapat digunakan sebagai model evaluasi terhadap keberhasilan studi atau prestasi akademik mahasiswa khususnya di Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dengan memanfaatkan model tersebut maka mahasiswa berisiko dapat diidentifikasi secara dini sehingga di semester berikutnya, prestasi akademik dari mahasiswa tersebut dapat ditingkatkan supaya pada akhir masa studinya, mahasiswa dapat lulus dengan predikat yang maksimal. Selain itu, sistem juga dapat diterapkan pada jurusan atau program studi lain dengan menyesuaikan data yang dipakai sehingga sistem dapat digunakan sebagai model evaluasi performa perguruan tinggi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Peneliti menyajikan model prediksi regresi logistik multinomial untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa di Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Dataset studi prediksi predikat kelulusan mahasiswa terkumpul sebanyak 115 data dengan variabel *input* berupa indeks prestasi empat semester awal sedangkan empat tingkat predikat kelulusan program Sarjana (S1) dijadikan *output*. Dataset dibagi menjadi set pelatihan dan pengujian, dimana set pelatihan menghasilkan tiga model prediksi regresi logistik multinomial. Hasil perolehan model diterapkan pada set uji lalu di evaluasi sehingga didapatkan nilai akurasi 82,61%, presisi 82,61%, *recall* 82,61%, dan *micro f1-score* 82%. Nilai akurasi sebesar 82,61% menyatakan sistem dapat melakukan klasifikasi dengan baik sehingga model regresi logistik multinomial dapat diterima dan dapat digunakan untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa tahun 2017. Dapat diketahui apabila masa studi mahasiswa tahun 2017 adalah delapan semester maka diprediksi lulusan terbanyak dari tahun tersebut adalah mendapatkan predikat pujian sebesar 42,98%, kemudian diikuti oleh lulusan dengan predikat sangat memuaskan sebesar 21,05%, lalu lulusan dengan predikat cukup sebesar 19,30% dan terakhir lulusan dengan predikat memuaskan sebesar 16,67%.

5.2 Saran

Tentu penelitian yang dilakukan masih terdapat kekurangan, sehingga peneliti memiliki beberapa saran perbaikan untuk penelitian di masa mendatang, diantaranya:

1. Meningkatkan sumber informasi dengan memasukkan data berbasis survey di samping variabel dalam *database* institusional.
2. Distribusi sistem sebagai bantuan keputusan bagi administrator untuk menilai kesesuaian dan kegunaanya di dunia nyata

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Ramli, N. M. R., & Midi, H. (2012). Outlier Detection in Logistic Regression and Its Application in Medical Data Analysis. *IEEE Colloquium on Humanities, Science & Engineering Research (CHUSER)*, 503–507.
- Al-Mahalli, J., & As-Suyuti, J. (n.d.-a). *Tafsir Jalalain 1*. Sinar Baru Algensindo.
- Al-Mahalli, J., & As-Suyuti, J. (n.d.-b). *Tafsir Jalalain 2*. Sinar Baru Algensindo.
- Alturki, S., Alturki, N., & Stuckenschmidt, H. (2021). Using educational data mining to predict student's academic performance for applying early interventions. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 20, 121–137. <https://doi.org/https://doi.org/10.28945/4835>
- Alturki, S., Hulpuş, I., & Stuckenschmidt, H. (2020). Predicting Academic Outcomes: A Survey from 2007 Till 2018. In *Technology, Knowledge and Learning* (Vol. 27, Issue 1). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09476-0>
- Arias Ortiz, E., & Dehon, C. (2013). Roads to Success in the Belgian French Community's Higher Education System: Predictors of Dropout and Degree Completion at the Université Libre de Bruxelles. *Research in Higher Education*, 54, 693–723. <https://doi.org/10.1007/s11162-013-9290-y>
- Arsad, P. M., Buniyamin, N., & Manan, J. L. A. (2013). A neural network students' performance prediction model (NNSPPM). *Proceedings, July 2006*, 26–27. <https://doi.org/10.1109/ICSIMA.2013.6717966>
- Ashraf, A., Anwer, S., & Khan, M. G. (2018). A Comparative Study of Predicting Student ' s Performance by use of Data Mining Techniques. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology and Sciences*, 44(1), 122–136.
- Delen, D. (2010). A comparative analysis of machine learning techniques for student retention management. *Decision Support Systems*, 49(4), 498–506. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.06.003>
- Gorunescu, F. (2011). *Data Mining Concepts, Models and Techniques* (12th ed.). Springer.
- Grandini, M., Bagli, E., & Visani, G. (2020). *Metrics for Multi-Class Classification: an Overview*. 1–17. <http://arxiv.org/abs/2008.05756>
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Data mining: Data mining concepts and techniques. In *Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems* (Third Edit). Elsevier. <https://doi.org/10.1109/ICMIRA.2013.45>
- Hashim, A. S., Awadh, W. A., & Hamoud, A. K. (2020). Student Performance

Prediction Model based on Supervised Machine Learning Algorithms. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 928(3).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/928/3/032019>

Hoffait, A. S., & Schyns, M. (2017). Early detection of university students with potential difficulties. *Decision Support Systems*, 101, 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.05.003>

Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression*. John Wiley & Sons, inc. <https://doi.org/10.1080/00401706.1992.10485291>

Imaslihkah, S., Ratna, M., & Ratnasari, V. (2013). Analisis Regresi Logistik Ordinal terhadap Faktor-faktor yang Mempengaruhi Predikat Kelulusan Mahasiswa S1 di ITS Surabaya. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(2), 177–182.

Kim, T. K. (2017). Understanding one-way anova conceptual figures. *Korean Journal of Anesthesiology*, 70(1), 22–26.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4097/kjae.2017.70.1.22>

Mayadewi, P., & Rosely, E. (2015). Prediksi Nilai Proyek Akhir Mahasiswa Menggunakan. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, November*, 1–7.

Nonis, S. A., & Wright, D. (2003). Moderating effects of achievement striving and situational optimism on the relationship between ability and performance outcomes of college students. *Research in Higher Education*, 44(3), 327–346.
<https://doi.org/10.1023/A:1023029815944>

Pradnyantari, N. G. K. T., Sukarsa, I. K. G., & Suciptawati, N. L. P. (2015). Penerapan Regresi Probit Bivariat untuk Menduga Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kelulusan Mahasiswa (Studi Kasus: Mahasiswa Fakultas MIPA Universitas Udayana). *E-Jurnal Matematika*, 4(2), 49–53.
<https://doi.org/10.24843/mtk.2015.v04.i02.p088>

Qurnia Sari, A., Sukestiyarno, Y., & Agoestanto, A. (2017). Batasan Prasyarat Uji Normalitas dan Uji Homogenitas pada Model Regresi Linear. *Unnes Journal of Mathematics*, 6(2), 168–177. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>

Rodríguez Ayán, M. N., & Coello García, M. T. (2008). Prediction of University Students ' Academic Achievement by Linear and Logistic Models. *The Spanish Journal of Psychology*, 11(1), 275–288.

Rohman, A., & Mujiyono, S. (2021). Permodelan Prediksi Predikat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Decision Tree C4.5. *Jurnal Prodi Teknik Informatika UNW Multimatrix*, 3(2), 1–5.

Umer, R., Susnjak, T., Mathrani, A., & Suriadi, S. (2017). On predicting academic performance with process mining in learning analytics. *Journal of Research*

in *Innovative Teaching & Learning*, 10(2), 160–176.
<https://doi.org/10.1108/jrit-09-2017-0022>

Urrutia-aguilar, M. E., Fuentes-garcía, R., Mirel Martínez, V. D., Beck, E., León, S. O., & Guevara-Guzmán, R. (2016). Logistic Regression Model for the Academic Performance of First-Year Medical Students in the Biomedical Area. *Creative Education*, 7, 2202–2211.
<https://doi.org/10.4236/ce.2016.715217>

Zhang, D., Wang, J., & Zhao, X. (2015). Estimating the uncertainty of average F1 scores. *ICTIR 2015*, September, 317–320.
<https://doi.org/10.1145/2808194.2809488>

LAMPIRAN

Lampiran I

Data Training dan Testing

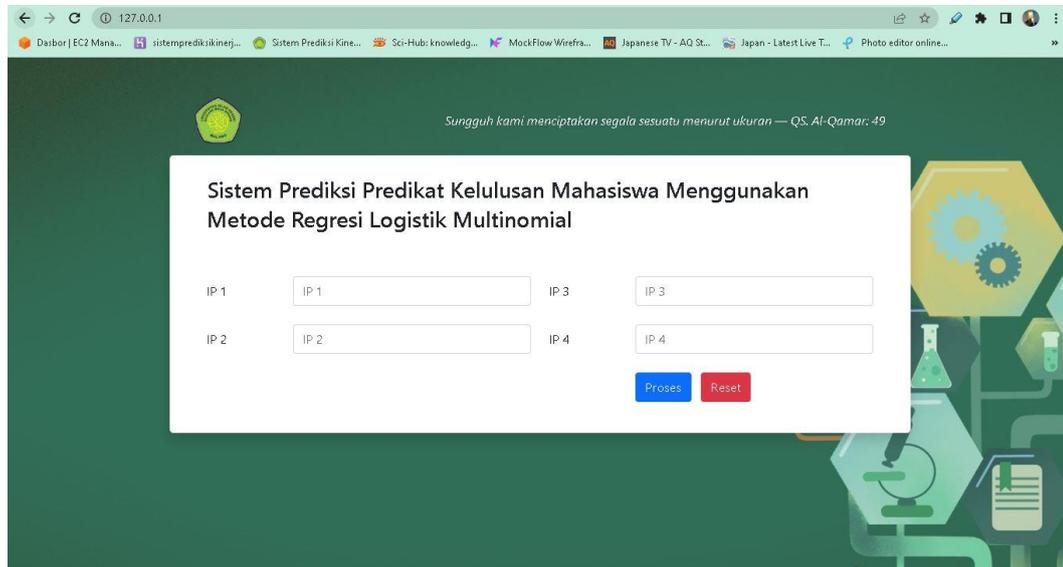
No.	NIM	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	PREDIKAT
1	14650008	3.19	3.07	3.31	3.52	pujian
2	15650007	3.62	3.83	3.9	3.76	pujian
3	15650055	3.74	3.54	3.69	3.88	pujian
4	15650057	3.57	3.67	3.62	3.75	pujian
5	15650085	3.4	3.55	3.67	3.46	pujian
6	15650107	3.81	3.81	3.7	3.56	pujian
7	15650133	3.65	3.9	3.72	3.67	pujian
8	16650002	3.48	3.36	3.46	3.77	pujian
9	16650005	3.67	3.36	3.54	3.71	pujian
10	16650011	3.33	3.52	3.74	3.65	pujian
11	16650012	3.64	3.64	3.76	3.81	pujian
12	16650020	3.74	3.72	3.74	3.6	pujian
13	16650021	3.67	3.63	3.7	3.65	pujian
14	16650029	3.83	3.8	3.96	3.83	pujian
15	16650040	3.48	3.27	3.65	3.71	pujian
16	16650043	3.55	3.26	3.46	3.5	pujian
17	16650069	3.52	3.61	3.41	3.54	pujian
18	16650074	3.4	3.26	3.59	3.57	pujian
19	16650078	3.45	2.98	3.76	3.67	pujian
20	16650079	3.57	3.54	3.67	3.65	pujian
21	16650087	3.67	3.54	3.85	3.65	pujian
22	16650097	3.76	3.8	3.65	3.5	pujian
23	16650102	3.62	3.67	3.65	3.27	pujian
24	16650106	3.71	3.37	3.76	3.55	pujian
25	16650114	3.57	3.59	3.72	3.69	pujian
26	16650115	3.5	3.39	3.72	3.69	pujian
27	16650119	3.71	3.54	3.61	3.73	pujian
28	16650130	3.43	3.48	3.44	3.65	pujian
29	14650009	3.55	3.31	3.42	3.59	sangat memuaskan
30	14650013	3.67	3.66	3.25	3.56	sangat memuaskan
31	14650014	3.6	3.48	3.36	3.42	sangat memuaskan
32	14650018	3.57	3.32	3.69	3.71	sangat memuaskan
33	14650029	3.55	3.46	3.44	3.35	sangat memuaskan
34	14650035	3.69	3.61	3.75	3.56	sangat memuaskan
35	14650037	3.69	3.52	3.46	3.5	sangat memuaskan

36	14650058	3.55	3.46	3.38	3.48	sangat memuaskan
37	14650070	3.57	3.56	3.36	3.56	sangat memuaskan
38	14650082	3.67	3.48	3.65	3.75	sangat memuaskan
39	14650089	3.57	3.34	3.23	3.19	sangat memuaskan
40	15650004	3.57	3.35	3.05	3.48	sangat memuaskan
41	15650009	3.43	3.09	3.48	3.6	sangat memuaskan
42	15650031	3.55	3.16	3.38	3.14	sangat memuaskan
43	15650032	3.55	3.48	3.65	3.92	sangat memuaskan
44	15650037	3.48	3.57	3.38	3.6	sangat memuaskan
45	15650047	3.67	3.43	3.39	3.42	sangat memuaskan
46	15650049	3.62	3.57	3.33	3.48	sangat memuaskan
47	15650058	3.69	3.68	3.83	3.67	sangat memuaskan
48	15650080	3.5	3.45	3.3	3.33	sangat memuaskan
49	15650101	3.43	2.83	3.14	3.5	sangat memuaskan
50	15650102	3.67	2.94	3.45	3.35	sangat memuaskan
51	16650006	2.86	3.43	3.35	3.48	sangat memuaskan
52	16650007	3.02	3.29	3.21	3.25	sangat memuaskan
53	16650014	3.39	3.22	3.1	3.14	sangat memuaskan
54	16650015	3.52	3.33	3.41	3.4	sangat memuaskan
55	16650016	3.5	3.46	3.5	3.4	sangat memuaskan
56	16650018	3.48	3.39	3.52	3.55	sangat memuaskan
57	16650019	3.5	3.3	3.5	3.75	sangat memuaskan
58	16650023	3.43	3.43	3.57	3.71	sangat memuaskan
59	16650033	3.17	2.5	3.36	3.6	sangat memuaskan
60	14650005	3.71	3.6	3.43	3.55	memuaskan
61	14650006	3.33	3.42	3	3.27	memuaskan
62	14650007	3.38	3	3.29	3.5	memuaskan
63	14650047	3.36	3.21	3.1	3.33	memuaskan
64	15650002	3.31	3.41	3.62	3.48	memuaskan
65	15650005	3.62	3.08	3.02	3.29	memuaskan
66	15650006	3.64	3.54	3.52	3.09	memuaskan
67	15650008	3.6	3.35	3.48	3.13	memuaskan
68	15650012	3.19	3.37	3.17	3.28	memuaskan
69	15650019	3.43	3.44	3.39	2.96	memuaskan
70	15650020	3.48	3.43	3.48	3.31	memuaskan
71	15650023	3.31	3.27	3.02	3.6	memuaskan
72	15650046	3.67	3.23	3.57	3.27	memuaskan
73	15650002	3.31	3.41	3.62	3.48	memuaskan
74	15650005	3.62	3.08	3.02	3.29	memuaskan
75	15650006	3.64	3.54	3.52	3.09	memuaskan
76	15650008	3.6	3.35	3.48	3.13	memuaskan

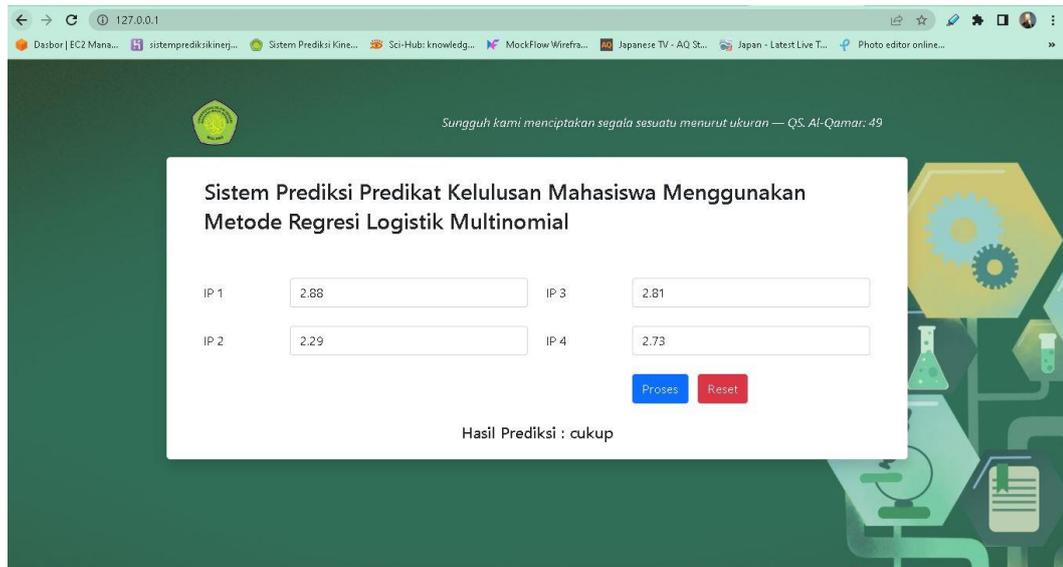
77	15650012	3.19	3.37	3.17	3.28	memuaskan
78	15650019	3.43	3.44	3.39	2.96	memuaskan
79	15650020	3.48	3.43	3.48	3.31	memuaskan
80	15650023	3.31	3.27	3.02	3.6	memuaskan
81	15650046	3.67	3.23	3.57	3.27	memuaskan
82	16650003	3.45	3.21	3.43	3.62	memuaskan
83	16650004	2.79	2.93	3.29	3.04	memuaskan
84	16650059	3.31	3.17	3.58	3.58	memuaskan
85	16650061	3.43	2.79	3.66	3.46	memuaskan
86	16650065	3.79	3.74	3.13	3.88	memuaskan
87	16650076	3.36	3.52	3.43	3.48	memuaskan
88	16650077	3.24	3.22	3.35	3.19	memuaskan
89	16650085	3.38	3.33	3.43	3.42	memuaskan
90	14650012	3.57	3.2	3.23	3.36	cukup
91	14650016	3.57	3.43	3.31	3.58	cukup
92	14650017	3.48	3.36	3.11	3.47	cukup
93	14650019	3.43	3.14	2.8	3.18	cukup
94	14650028	3.38	3.25	3.09	3.38	cukup
95	14650030	3.76	3.48	3.06	3.08	cukup
96	14650034	3.57	3.35	2.83	2.41	cukup
97	14650038	3.71	3.23	3.42	3.31	cukup
98	14650039	3.43	3.33	3.56	3.62	cukup
99	14650041	3.43	3.29	3.35	3.55	cukup
100	15650001	3.69	3.79	3.23	2.5	cukup
101	15650003	3.48	2.96	3.21	3.07	cukup
102	15650010	3.57	3.43	3.37	2.6	cukup
103	15650013	3.5	3.6	3.27	2.95	cukup
104	15650015	3.64	3.55	3.41	3.24	cukup
105	15650017	3.5	3.54	3.39	3.1	cukup
106	15650022	3.48	3	3.39	3.54	cukup
107	15650025	3.52	3.21	3.48	3.59	cukup
108	15650026	3.38	3.31	3.26	3.17	cukup
109	15650033	3.45	3.66	3.33	3.1	cukup
110	16650035	3.36	3.26	3.41	3.41	cukup
111	16650038	3.52	1	3.64	3.02	cukup
112	16650075	2.88	2.29	2.81	2.73	cukup
113	16650081	3.29	2.24	2.32	2.86	cukup
114	16650095	3.17	3.17	3.09	1.31	cukup
115	16650112	3	3.26	3.3	3.37	cukup

Lampiran II

Tampilan *Website* Prediksi Predikat Kelulusan Mahasiswa



The screenshot shows a web browser window with the URL 127.0.0.1. The page features a dark green background with a white central form. At the top left is a logo, and at the top right is a quote: "Sungguh kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran — QS. Al-Qamar: 49". The form title is "Sistem Prediksi Predikat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Metode Regresi Logistik Multinomial". Below the title are four input fields labeled IP 1, IP 2, IP 3, and IP 4. At the bottom of the form are two buttons: "Proses" (blue) and "Reset" (red).



The screenshot shows the same web browser window as above, but now with numerical values entered in the input fields. The IP 1 field contains "2.88", IP 2 contains "2.29", IP 3 contains "2.81", and IP 4 contains "2.73". Below the "Proses" and "Reset" buttons, the text "Hasil Prediksi : cukup" is displayed.

Input	Value
IP 1	2.88
IP 2	2.29
IP 3	2.81
IP 4	2.73

Hasil Prediksi : cukup