

SISTEM RAMALAN PELANGGAN BERHENTI MENGGUNAKAN PERKHIDMATAN TELEKOMUNIKASI BERASASKAN WEB

¹Lee Xue Rui
Kerk Yi Wen

¹Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
43600 Universiti Kebangsaan Malaysia

Abstrak

Projek ini bertujuan untuk membangunkan satu sistem ramalan penamatan pelanggan dalam industri telekomunikasi menggunakan laman web berasaskan PHP. Dalam industri yang sangat kompetitif, mengekalkan pelanggan sedia ada adalah lebih menjimatkan kos berbanding menarik pelanggan baharu. Namun begitu, kebanyakan syarikat gagal memanfaatkan data pelanggan secara proaktif untuk mengenal pasti risiko penamatan. Projek ini mencadangkan pembangunan sistem ramalan *churn* dengan merujukkan set data Telco Customer *Churn*. Atribut seperti tempoh langganan, jenis kontrak, dan caj bulanan diambil kira dalam analisis untuk mengenal pasti pola yang menyumbang kepada *churn*. Sistem ini dilengkapi dengan antara muka web mesra pengguna yang membolehkan pengguna memasukkan maklumat pelanggan dan mendapatkan ramalan secara serta-merta. Model pembangunan secara berperingkat digunakan bagi memastikan setiap fasa projek termasuk analisis data, pembangunan model, dan pengujian—dilaksanakan dengan teliti. Ujian prestasi dijalankan menggunakan metrik seperti ketepatan dan kepekaan bagi menilai keberkesanan sistem. Hasil projek menunjukkan bahawa sistem ramalan yang dibangunkan dapat membantu pihak syarikat mengenal pasti pelanggan berisiko tinggi untuk berhenti menggunakan perkhidmatan dan seterusnya merangka strategi pengekalan yang lebih berkesan. Sumbangan utama projek ini termasuk pembangunan sistem ramalan *churn* berasaskan web yang praktikal dan mudah digunakan dalam konteks industri telekomunikasi.

Abstract

This project aims to develop a web-based customer churn prediction system for the telecommunications industry using PHP. In a highly competitive environment, retaining existing customers is more cost-effective than acquiring new ones. However, many companies fail to proactively utilize customer data to identify churn risks. This project refers to the Telco Customer Churn dataset, which considers features such as service tenure, contract type, and monthly charges. The system includes a user-friendly web interface that allows users to input customer data and obtain real-time churn predictions. An incremental development model was adopted to ensure that each phase of the project—data analysis, model development, and testing—was carefully implemented. Performance testing was conducted using metrics such as accuracy and precision to evaluate the system's effectiveness. The results indicate that the developed system can effectively help companies identify high-risk customers and implement more targeted retention strategies. The main contribution of this project is the development of a practical, web-based churn prediction system that is accessible to non-technical users and applicable in real-world telecommunications settings.

1.0 PENGENALAN

Dalam era digital yang semakin kompetitif, industri telekomunikasi berdepan dengan cabaran besar dalam mengekalkan pelanggan sedia ada. Fenomena *churn* pelanggan—iaitu situasi apabila pelanggan memilih untuk berhenti menggunakan perkhidmatan sesebuah syarikat—boleh memberi impak besar terhadap pendapatan dan kestabilan perniagaan. Kajian mendapati bahawa kos untuk mengekalkan pelanggan sedia ada adalah lebih rendah berbanding memperoleh pelanggan baharu (Forbes, 2020), menjadikan usaha untuk meramal dan mengurangkan kadar *churn* sebagai strategi utama dalam pengurusan hubungan pelanggan.

Dalam konteks ini, pembangunan sistem ramalan *churn* pelanggan merupakan satu inisiatif penting yang boleh membantu organisasi mengenal pasti pelanggan berisiko lebih awal, seterusnya membolehkan tindakan proaktif diambil bagi mengekalkan kesetiaan mereka. Berbeza dengan pendekatan moden yang menggunakan pembelajaran mesin, projek ini menggunakan pendekatan logik bersyarat (*rule-based*) yang lebih mudah ditafsir dan boleh disesuaikan oleh pengguna tanpa latar belakang teknikal. Pendekatan ini bertepatan dengan dapatan kajian oleh Huang et al. (2011),

yang menegaskan bahawa sistem ramalan berasaskan peraturan memberi kelebihan dari segi kebolehfahaman dan fleksibiliti.

Projek ini memberi tumpuan kepada pembangunan satu sistem ramalan *churn* pelanggan yang berasaskan web, dibina menggunakan teknologi sumber terbuka seperti PHP, HTML, CSS, dan phpMyAdmin. Dengan menggunakan dataset awam Telco Customer *Churn* sebagai rujukan, sistem ini akan menganalisis atribut-atribut penting pelanggan seperti tempoh langganan, jenis kontrak, status warga emas, dan caj bulanan untuk menjana skor *churn* yang menunjukkan kebarangkalian pelanggan untuk berhenti langgan.

Melalui antara muka mesra pengguna, sistem ini membolehkan pengguna memasukkan maklumat pelanggan, melihat hasil ramalan *churn* dalam bentuk visual interaktif, serta menyunting nilai skor ramalan untuk menyesuaikan logik sistem mengikut keperluan perniagaan sebenar. Di samping itu, sistem turut diuji melalui beberapa pendekatan, termasuk ujian kotak hitam dan soal selidik pengguna melalui Google Form, untuk memastikan fungsi berjalan dengan baik dan pengalaman pengguna berada pada tahap yang memuaskan. Projek ini diharap dapat menyumbang kepada pembangunan penyelesaian praktikal yang menyokong pengurusan *churn* pelanggan dengan lebih berkesan.

2.0 KAJIAN LITERATUR

Sistem Ramalan Churn Pelanggan Berasaskan Web

Terdapat pelbagai kajian lepas yang membincangkan tentang pembangunan sistem ramalan churn pelanggan dalam industri telekomunikasi. Kajian ini menekankan pendekatan berasaskan logik bersyarat (rule-based), penggunaan dataset khusus seperti Telco Customer Churn, serta pembangunan sistem dalam persekitaran teknologi web seperti PHP, HTML, CSS dan phpMyAdmin.

Menurut Idris et al. (2020), atribut seperti jenis kontrak, tempoh langganan, dan caj bulanan dikenal pasti sebagai penunjuk utama churn dalam kalangan pelanggan telco. Kajian ini menggunakan dataset Telco Customer Churn yang kaya dengan data atribut pelanggan sebenar, sekaligus membantu dalam membentuk peraturan logik yang kukuh untuk ramalan churn.

Sementara itu, pendekatan rule-based dilihat sebagai alternatif yang lebih ringan berbanding model pembelajaran mesin yang kompleks. Menurut Ahmad et al. (2022), pendekatan ini lebih mudah difahami oleh pengguna bukan teknikal dan tidak memerlukan data berskala besar untuk beroperasi. Tambahan pula, sistem ini boleh dibina dengan cepat dan menjimatkan kos, menjadikannya sesuai untuk organisasi kecil dan sederhana.

Beberapa kajian terdahulu turut membangunkan sistem ramalan churn dalam bentuk aplikasi web yang membolehkan pengguna memasukkan data dan memperoleh keputusan secara masa nyata. Teknologi PHP dan phpMyAdmin digunakan secara meluas kerana kemampuannya untuk mengendalikan pemprosesan logik dan pengurusan pangkalan data secara efisien. Menurut kajian oleh Forbes (2020), mengekalkan pelanggan sedia ada adalah lebih kos efektif berbanding menarik pelanggan baharu, justeru sistem sebegini membantu organisasi mengenal pasti pelanggan berisiko dan bertindak dengan segera.

Selain itu, inovasi dalam pembangunan sistem turut diperkenalkan melalui fungsi penyuntingan skor atribut oleh pengguna akhir. Kajian Ahmad et al. (2022) menunjukkan bahawa ciri ini membolehkan organisasi menyesuaikan keutamaan atribut churn berdasarkan pengetahuan domain masing-masing, tanpa perlu mengubah kod sumber sistem. Ini memberi fleksibiliti tinggi kepada pengguna, terutamanya staf pemasaran dan perkhidmatan pelanggan.

Bagaimanapun, kajian lepas juga mengenal pasti beberapa kelemahan sistem rule-based. Antaranya termasuk kebergantungan kepada peraturan tetap yang mungkin tidak fleksibel dalam menghadapi data yang pelbagai. Selain itu, ketepatan ramalan juga mungkin lebih rendah

berbanding model statistik atau pembelajaran mesin, terutamanya apabila peraturan tidak dikemas kini secara berkala.

Dalam kajian oleh Ahmad et al. (2022), fleksibiliti penyuntingan skor oleh pengguna bukan teknikal boleh menjadi kelebihan dan kelemahan, bergantung kepada tahap pemahaman pengguna terhadap impak pelarasan tersebut. Oleh itu, penyediaan dokumentasi dan panduan penggunaan yang jelas sangat penting bagi memastikan sistem digunakan secara efektif.

Secara keseluruhannya, kajian-kajian terdahulu menunjukkan potensi besar pendekatan rule-based dalam membangunkan sistem ramalan churn yang mesra pengguna, mudah dilaksanakan dan kos efektif. Penekanan terhadap antaramuka web yang intuitif, keupayaan ramalan masa nyata, serta fungsi konfigurasi manual memberikan asas yang kukuh kepada pembangunan sistem ramalan churn dalam projek ini.

3.0 METODOLOGI

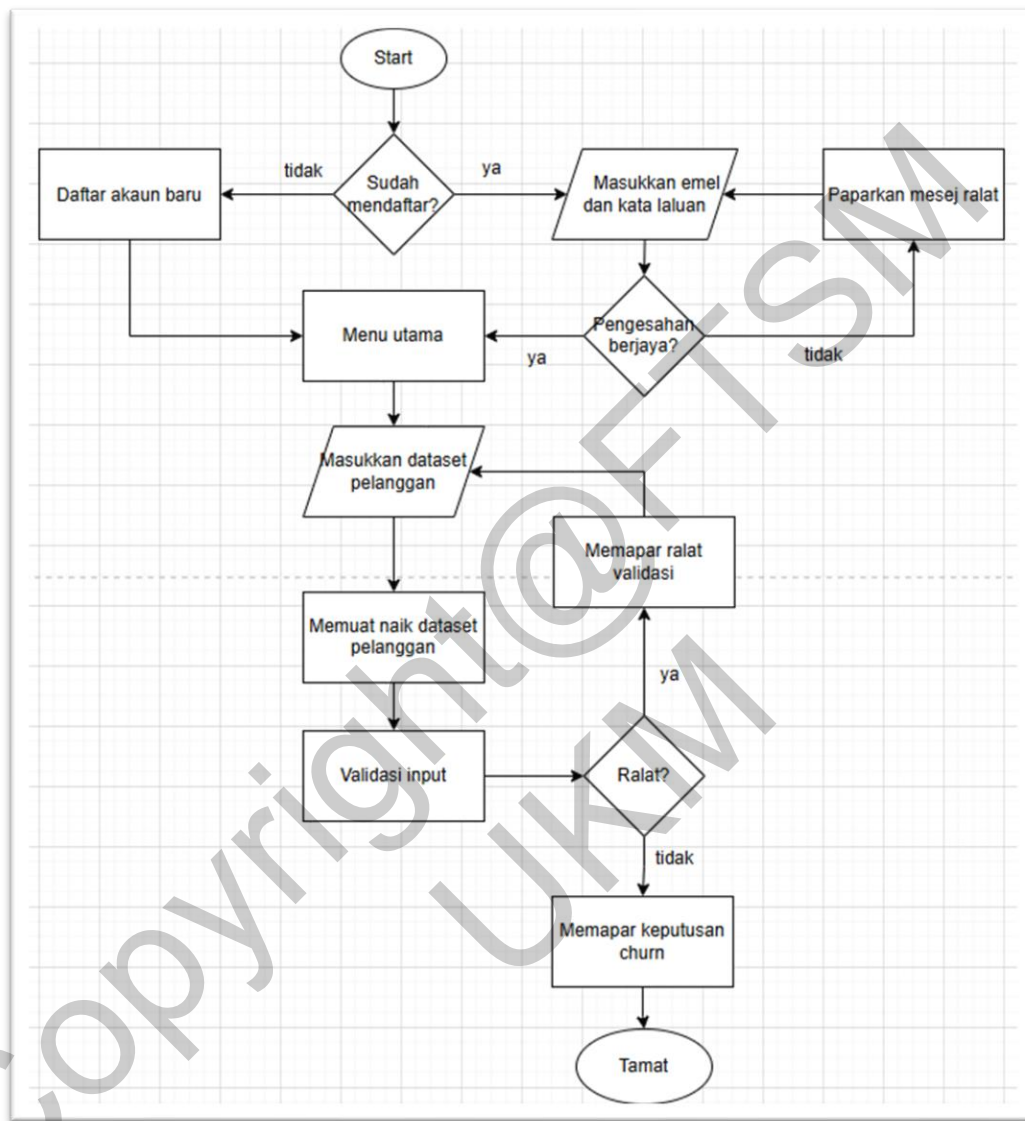
Kajian ini merangkumi proses analisis keperluan, reka bentuk model konseptual, pembangunan sistem serta pengujian fungsi utama sistem ramalan churn pelanggan. Metodologi ini bertujuan memastikan sistem dibangunkan mengikut keperluan sebenar pengguna sasaran dan berfungsi dengan cekap serta mesra pengguna.

3.1 Analisis Keperluan

Analisis keperluan dijalankan bagi memastikan sistem memenuhi kehendak pengguna utama iaitu pengurus telekomunikasi, wakil khidmat pelanggan dan penganalisis data. Keperluan-keperluan ini dikenal pasti melalui lakaran prototaip antara muka pengguna, analisis aliran kerja organisasi, serta semakan terhadap sistem sedia ada.

Prototaip awal dan carta alir algoritma digunakan bagi memvisualkan proses kerja pengguna serta logik sistem. Rajah 1 menunjukkan aliran utama sistem bermula dari proses

pendaftaran atau log masuk pengguna, seterusnya ke menu utama untuk memuat naik dataset pelanggan, dan berakhir dengan paparan keputusan ramalan churn.



Rajah 1: Rajah Carta Alir Algoritma

Melalui analisis ini, beberapa fungsi penting telah dikenal pasti seperti:

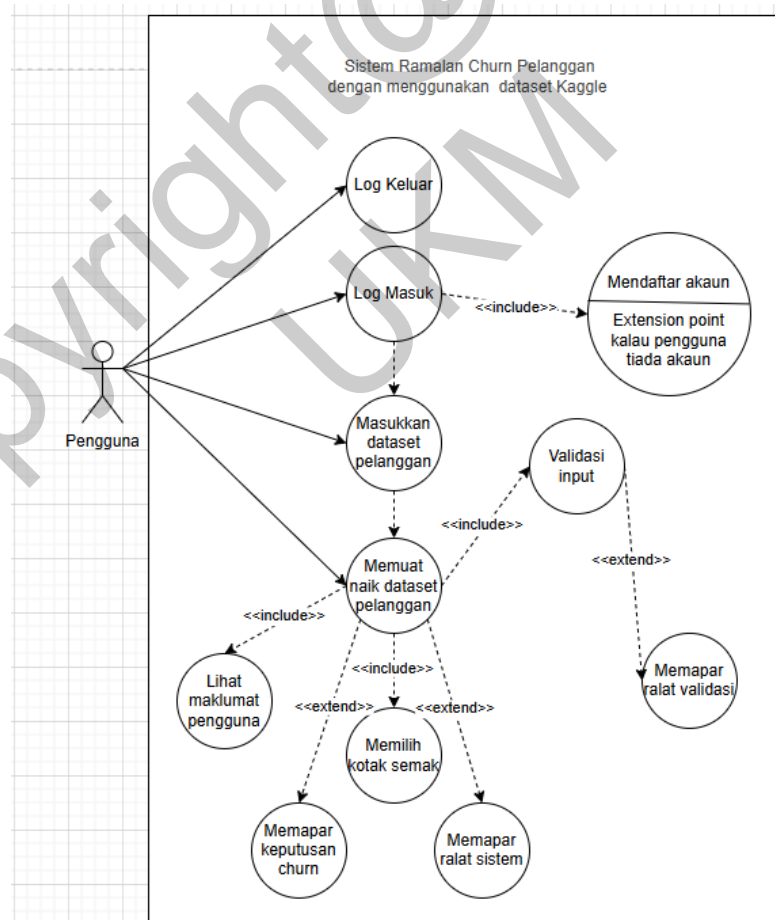
- Log masuk pengguna dan pengesahan akaun
- Borang input pelanggan dan fungsi muat naik dataset
- Proses validasi data bagi mengelakkan ralat semasa ramalan
- Pemaparan hasil ramalan churn secara automatik

Dengan berpandukan carta alir ini, reka bentuk sistem dapat disusun secara sistematik supaya selari dengan keperluan operasi sebenar organisasi dan memudahkan proses pengkalan pelanggan yang berisiko tinggi.

3.2 Reka Bentuk Model Konseptual

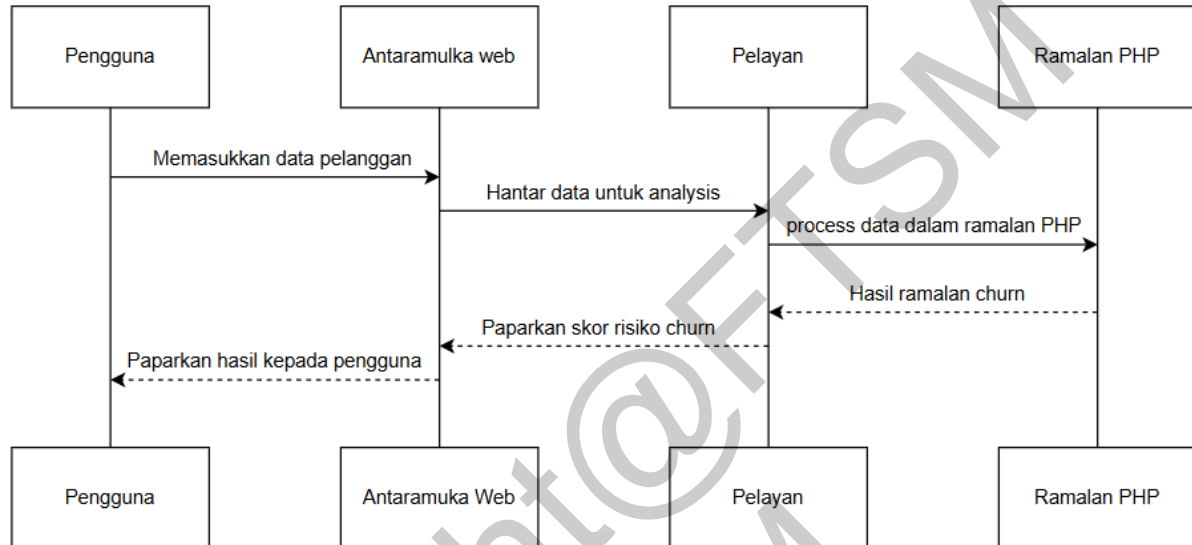
Reka bentuk model konseptual dibangunkan menggunakan pendekatan berorientasikan objek untuk menunjukkan interaksi antara pengguna dan sistem secara sistematik. Beberapa jenis rajah digunakan untuk menggambarkan aliran kerja dan struktur sistem.

Rajah 2 menunjukkan rajah kes guna, yang menggambarkan fungsi utama sistem seperti memuat naik data pelanggan, menjana ramalan churn dan melihat laporan risiko churn. Ia membantu pemahaman awal terhadap fungsi yang perlu disediakan kepada pengguna sistem.



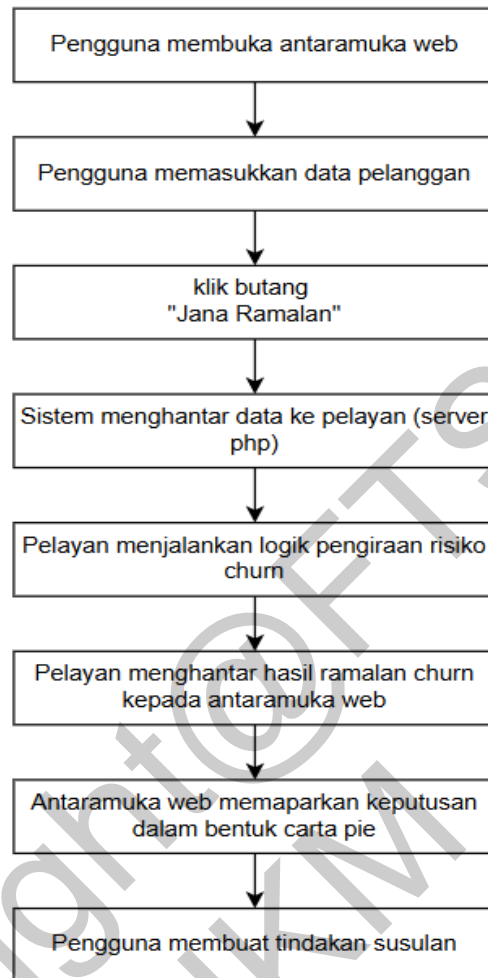
Rajah 2: Rajah Kes Guna

Rajah 3 pula ialah rajah jujukan yang memaparkan aliran proses apabila pengguna memasukkan data ke dalam sistem. Ia menunjukkan bagaimana data dihantar ke pelayan, diproses menggunakan logik ramalan churn, dan hasilnya dipaparkan semula kepada pengguna.



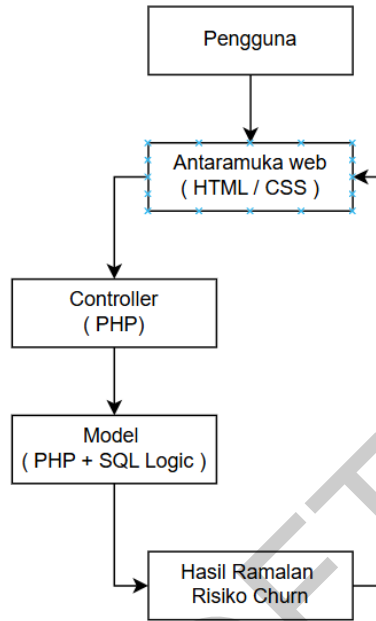
Rajah 3: Rajah jujukan

Seterusnya, Rajah 4 ialah rajah aktiviti, yang menerangkan secara visual aliran proses ramalan churn bermula dari kemasukan data hingga ke tindakan lanjut seperti membuat keputusan pengekalan pelanggan. Rajah ini menunjukkan bagaimana sistem bertindak secara masa nyata bagi memberi keputusan yang cepat kepada pengguna.



Rajah 4: Rajah aktiviti

Akhir sekali, struktur sistem direka menggunakan seni bina Model-View-Controller (MVC) seperti ditunjukkan dalam Rajah 5. Reka bentuk ini membahagikan komponen sistem kepada tiga bahagian utama: Model (data dan logik ramalan), View (antaramuka pengguna) dan Controller (logik aplikasi dan komunikasi antara model dan view). Pemisahan ini membolehkan sistem lebih mudah diselenggara dan diperluas pada masa akan datang.



Rajah 5: Rajah MVC

4.0 HASIL

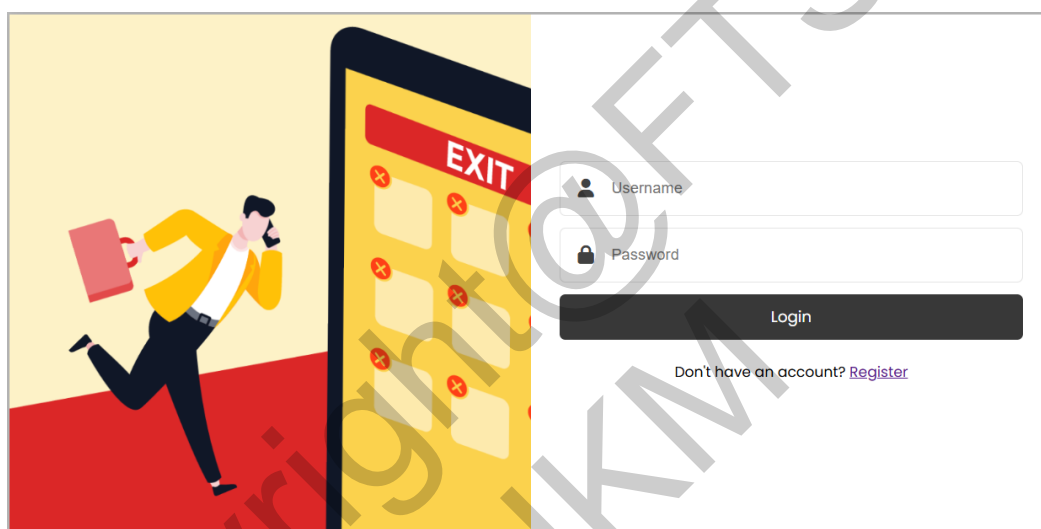
4.1 Pembangunan Aplikasi

Pada fasa pembangunan sistem ramalan churn pelanggan, pelbagai perisian dan teknologi telah digunakan bermula dari reka bentuk antara muka sehinggalah kepada penyimpanan dan pemprosesan data. Reka bentuk antara muka pengguna (UI) dibangunkan menggunakan HTML dan CSS bagi menghasilkan borang input pelanggan, paparan keputusan, halaman log masuk dan pendaftaran. Bagi meningkatkan interaktiviti, JavaScript digunakan dalam pengesahan input dan pengurusan localStorage. Teknologi Chart.js diaplikasikan untuk menghasilkan carta pai secara visual dan interaktif.

Bahagian back-end sistem dibina menggunakan PHP, yang berfungsi memproses data input pelanggan, menjalankan logik peraturan ramalan, serta menyimpan data ke dalam pangkalan data phpMyAdmin. Sistem ini juga memanfaatkan platform XAMPP sebagai pelayan tempatan. Data pelanggan dan keputusan ramalan disimpan dalam dua jadual utama dalam pangkalan data iaitu user dan keputusan_ramalan. Manakala jadual score_settings digunakan bagi menyimpan skor logik ramalan secara dinamik. Skrip get_scores.php dan save_scores.php menghubungkan

antaramuka pengguna dengan jadual tersebut bagi mendapatkan dan mengemas kini nilai skor secara fleksibel. Penghasilan halaman antaramuka sistem telah direka dengan mengambil kira keselesaan pengguna, kebolehcapaian di pelbagai peranti, serta susun atur yang bersih dan tersusun.

Antara muka sistem ramalan churn pelanggan dibangunkan dengan reka bentuk yang kemas, moden dan mesra pengguna. Rajah 6 menunjukkan antara muka halaman log masuk, di mana pengguna perlu memasukkan nama pengguna dan kata laluan untuk mengakses sistem. Borang ini direka bentuk menggunakan CSS yang responsif serta dilengkapi dengan validasi input menggunakan JavaScript untuk memastikan keselamatan dan ketepatan data.

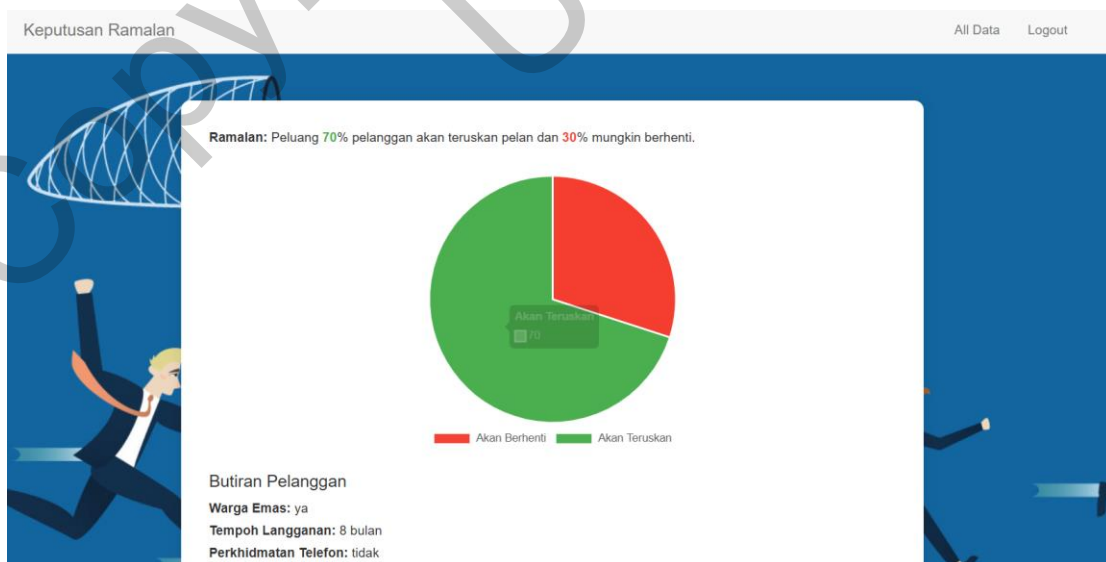


Rajah 6: Halaman log masuk

Seterusnya, Rajah 7 memaparkan antara muka borang ramalan churn pelanggan. Borang ini mengandungi pelbagai medan input seperti status warga emas, jenis kontrak, bilangan talian, caj bulanan, dan jenis perkhidmatan internet. Input pengguna disimpan terlebih dahulu dalam localStorage untuk tujuan pemprosesan sebelum dihantar kepada skrip pengiraan ramalan.

Rajah 7: Halaman ramalan churn pelanggan

Rajah 8 pula memaparkan antara muka keputusan ramalan churn. Output ramalan ditunjukkan dalam bentuk peratusan bersama dengan visualisasi carta pai yang menarik dan mudah difahami menggunakan Chart.js. Selain itu, pengguna turut diberikan ringkasan faktor-faktor utama yang menyumbang kepada keputusan ramalan tersebut.



Rajah 8: Halaman Keputusan ramalan

Bagi meningkatkan fleksibiliti sistem, satu halaman khas dibangunkan untuk membolehkan pengguna mengubah nilai skor ramalan. Rajah 9 menunjukkan antara muka Edit Skor Ramalan, di mana pengguna boleh menetapkan sendiri nilai skor untuk faktor-faktor seperti kontrak, caj bulanan dan bilangan talian. Skor keseluruhan dikira serta-merta dan dipaparkan bersama indikator warna bagi memudahkan interpretasi.

Rajah 9: Halaman edit skor ramalan

Akhir sekali, Rajah 10 menunjukkan antara muka paparan data pelanggan, di mana semua data ramalan yang telah dihantar akan dipaparkan dalam bentuk jadual interaktif. Jadual ini membolehkan pengguna menyemak semula keputusan terdahulu, termasuk maklumat input dan keputusan churn yang telah dijana.

Senarai Data Pelanggan Ramalan Logout

#	Warga Emas	Tempoh Langganan	Perkhidmatan Telefon	Bilangan Talian	Jenis Kontrak	Jenis Perkhidmatan Internet	Caj Bulanan (RM)	% Akan Teruskan
1	ya	3	tidak	1	Tiada	DSL	35	65%
2	ya	11	ya	9	2 tahun	DSL	123456789	85%
3	tidak	12	ya	1	2 tahun	DSL	55	95%
4	ya	35	ya	3	1 tahun	Fibre	150	95%
5	tidak	5	tidak	3	2 tahun	DSL	120	70%
6	tidak	4	tidak	4	2 tahun	Tiada	35	60%
7	tidak	4	tidak	4	2 tahun	Tiada	35	60%

Rajah 10: Halaman data pelanggan

4.2 Penilaian Aplikasi

Penilaian aplikasi dilakukan bagi memastikan sistem berfungsi dengan betul serta memberikan pengalaman pengguna yang baik. Pengujian merangkumi dua komponen utama:

i. Pengujian Fungsian

Ujian fungsian sistem dilaksanakan dengan pendekatan kotak hitam (black-box testing). Semua fungsi utama sistem diuji mengikut aliran penggunaan sebenar.

Jadual 1 Reka Bentuk Kes Ujian

No	Modul	Input Ujian	Jangkaan Output	Status
1	Login	Username & Password sah	Navigasi ke landing page	Lulus
2	Login	Username/Katalaluan salah	Mesej ralat	Lulus
3	Signup	Input semua medan	Akaun didaftarkan	Lulus
4	Borang Ramalan	Data sah dimasukkan	Navigasi ke output	Lulus
5	Ramalan <i>Churn</i>	Data pelanggan dari localStorage	Carta pai & keputusan	Lulus
6	UI Responsif	Antaramuka dalam Chrome/Firefox/Edge	Paparan kemas & konsisten	Lulus
7	Navigasi	Klik pautan login/signup	Navigasi halaman betul	Lulus

ii. Pengujian Kebolegunaan

Pengujian kebolegunaan telah dijalankan terhadap 10 orang pengguna akhir, melibatkan mereka untuk mencuba sistem secara langsung dari log masuk hingga ke paparan output. Responden diminta melengkapkan soal selidik berdasarkan pengalaman penggunaan sistem.

Pengujian ini menilai tiga aspek utama:

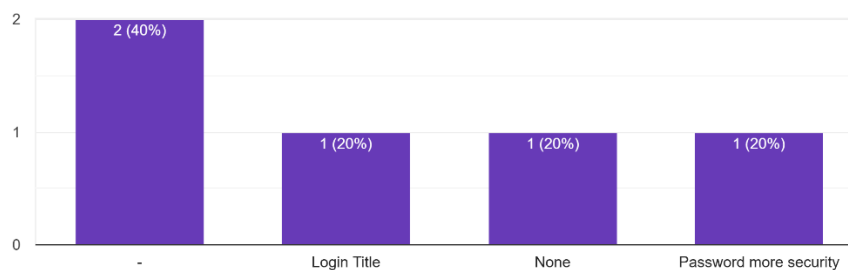
- Kemudahan penggunaan
- Reka bentuk antaramuka
- Kepuasan pengguna terhadap fungsi ramalan

Jadual 2 Keputusan Pengujian

Fungsi	Hasil Ujian	Pemerhatian
Login	Berfungsi dengan baik	Mesej pop-up & navigasi berfungsi
Signup	Tepat dan berfungsi	Validasi kata laluan dan emel boleh ditambah baik
Ramalan	Tepat dan logik	Carta pai dan keputusan dipaparkan dengan betul
UI/UX	Mesra pengguna	Layout moden dan mudah digunakan
Prestasi	Baik	Respons segera tanpa kelewatan

Semua fungsi diuji dengan pelbagai input dan hasil menunjukkan sistem berfungsi tanpa ralat kritikal. Visualisasi carta pai dapat dijana dengan tepat berdasarkan skor yang dikira. Penyimpanan keputusan ke pangkalan data juga dilaksanakan dengan jayanya melalui skrip output.php.

What could be improved? / Apa yang boleh diperbaiki dalam sistem ini?
5 responses



Rajah 11: Rajah Google Forms

Rajah 11 menunjukkan cadangan penambahbaikan yang diberikan oleh pengguna selepas menjalankan ujian kebolegunaan terhadap sistem. Secara umumnya, responden berpuas hati dengan fungsi sistem namun beberapa aspek dicadangkan untuk ditambah baik bagi meningkatkan lagi pengalaman pengguna. Antaranya ialah penambahbaikan dari segi keselamatan, di mana pengguna mencadangkan agar fungsi keselamatan kata laluan dipertingkatkan, termasuk ciri-ciri seperti penilaian kekuatan kata laluan dan pemaparan ikon “mata” untuk melihat atau menyembunyikan kata laluan semasa log masuk. Selain itu, pengguna turut mencadangkan agar halaman log masuk memaparkan tajuk atau nama sistem yang jelas bagi memudahkan pengenalan sistem semasa sesi log masuk. Cadangan lain termasuk menambah mesej maklum balas yang lebih informatif semasa pengguna menghantar borang yang tidak lengkap, memperkemas susun atur elemen pada halaman keputusan ramalan, serta memastikan reka letak sistem kekal responsif di pelbagai saiz skrin peranti. Kesemua cadangan ini diambil kira untuk penambahbaikan sistem pada fasa pembangunan seterusnya.

5.0 KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, projek ini telah berjaya membangunkan sebuah sistem ramalan churn pelanggan berasaskan web yang interaktif dan mudah digunakan. Sistem ini direka untuk membantu pengguna mengenal pasti kebarangkalian pelanggan berhenti melanggan perkhidmatan dengan hanya memasukkan beberapa maklumat asas pelanggan. Keputusan ramalan dipaparkan secara visual melalui carta pai dan senarai faktor risiko utama, sekaligus memudahkan pemahaman pengguna bukan teknikal. Pembangunan sistem telah menggunakan pendekatan inkremental, yang membolehkan pengujian dan penambahbaikan dilakukan secara berterusan sepanjang proses pembangunan.

Sistem ini turut menampilkan beberapa kekuatan seperti antara muka mesra pengguna, reka bentuk responsif merentas pelbagai peranti, serta kemampuan menyimpan data input dan output ke dalam pangkalan data untuk analisis lanjut. Selain itu, fleksibiliti dalam mengubah logik pemarkahan churn tanpa perlu mengubah kod sistem secara manual menjadikan sistem ini mudah diselenggara.

Namun begitu, terdapat beberapa kekangan yang perlu diberi perhatian. Antaranya ialah kebergantungan sistem kepada logik berasaskan peraturan "jika-maka" dan ketiadaan penggunaan model pembelajaran mesin yang lebih canggih. Sistem juga masih belum menyokong integrasi dengan dataset luaran atau sistem sebenar organisasi, dan tidak menyediakan pengurusan pengguna dengan tahap akses berbeza.

Sebagai cadangan penambahbaikan masa hadapan, penggunaan algoritma pembelajaran mesin seperti *logistic regression*, *decision tree*, atau *random forest* boleh dipertimbangkan untuk meningkatkan ketepatan ramalan secara automatik. Selain itu, modul tambahan seperti analitik lanjutan, integrasi dataset luaran, pengesahan dua faktor dan penyambungan terus dengan sistem CRM boleh menjadikan sistem ini lebih menyeluruh dan bersedia digunakan dalam persekitaran organisasi sebenar. Justeru, sistem ini berpotensi besar untuk dikembangkan menjadi alat sokongan keputusan yang berkesan bagi mengekalkan pelanggan dan meningkatkan daya saing organisasi.

6.0 RUJUKAN

- Adnan Amin, Sajid Anwar, Awais Adnan, Muhammad Nawaz, Khalid Alawfi, Amir Hussain, & Kaizhu Huang. (2016). *Customer churn prediction in telecommunication sector using rough set approach*. Neurocomputing. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231216314849>.
- Ammara Ahmed, & D. Maheswari Linen. (2017). *A review and analysis of churn prediction methods for customer retention in telecom industries*. IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8014605>.
- Andrii Papa, Yevhen Shemet, & Andrii Yarovyi. (2021). *Analysis of fuzzy logic methods for forecasting customer churn*. *Technology Audit and Production Reserves*, № 1/2(57), 12–14. <https://media.neliti.com/media/publications/547062-analysis-of-fuzzy-logic-methods-for-fore-6dcabccf.pdf>.
- Blastchar. (2019). *Telco Customer Churn* [Data set]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/blastchar/telco-customer-churn>.

- Hossein Abbasimehr, Mostafa Setak, & M.J. Tarokh. (2011). *A Neuro-Fuzzy Classifier for Customer Churn Prediction*. International Journal of Computer Applications, Volume 19–No.8. https://www.researchgate.net/publication/236625411_A_Neuro-Fuzzy_Classifier_for_Customer_Churn_Prediction.
- Kimathi Newton. (2023). *Telco Customer Churn Dataset*. GitHub Repository. https://github.com/KimathiNewton/Telco-Customer-Churn/blob/master/Datasets/telco_churn.csv?form=MG0AV3.
- Manuel Calçada. (2024). *Telco Customer Churn Dataset*. GitHub Repository. <https://github.com/manuelcalcada/Telco-Customer-Churn>.
- Saravana Kumar (2022). *Customer Retention Versus Customer Acquisition* <https://www.forbes.com/councils/forbesbusinesscouncil/2022/12/12/customer-retention-versus-customer-acquisition/>
- Sarkaft Saleh & Subrata Saha. (2023). *Customer retention and churn prediction in the telecommunication industry*. Springer Nature. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-023-05389-6>.
- V.R Reji Raj, & Rasheed Ahammed Azad V. (2020). *Customer churn prediction in telecommunication industry using data certainty*. Academia.edu. https://www.academia.edu/44875519/Customer_Churn_Prediction_in_Telecommunication_Industry_Using_Data_Certainty?auto=download.

Lee Xue Rui (A200585)

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia