

Rancang Bangun Robo-Advisor untuk Pendanaan Rumah Syariah Berbasis Aplikasi Bergerak

JAYA KUNCARA ROSA SUSILA, PUJO LAKSONO, MUHAMMAD AFIT

Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Bandung
Email: jaya.kuncara@umbandung.ac.id

Received 4 Januari 2022 | *Revised* 23 Juni 2022 | *Accepted* 29 Juni 2022

ABSTRAK

Pembiayaan properti berbasis syariah saat ini meningkat seiring dengan kesadaran umat muslim dalam menjalankan agamanya. Persetujuan pembelian properti syariah lebih diniatkan untuk membantu umat mendapatkan rumah namun ini menjadi kendala karena ditemukan ada cicilan yang macet setelah beberapa waktu. Perlu dibangun sistem pendukung keputusan yang berfokus pada pendampingan dan rekomendasi skema pembiayaan properti syariah. Parameter masukan sebanyak 12 variabel profil calon pembeli yang diambil dari formulir surat persetujuan pembelian rumah (SPPR), sedangkan targetnya adalah persetujuan pembelian yang diperoleh dari sistem kecerdasan artifisial. Untuk mendapatkan model yang optimal, dilakukan perbandingan 3 model, yaitu logaritmik regression, decision tree, dan random forest. Random forest memiliki tingkat akurasi tertinggi, yaitu 90,831%. Framework Flask digunakan sebagai aplikasi web yang dikonversi menjadi aplikasi bergerak.

Kata kunci: kecerdasan artifisial, robo-advisor, sistem pendukung keputusan, random forest, flask

ABSTRACT

Sharia-based property financing is currently increasing along with the awareness of Muslims in practicing their religion. The approval for the purchase of sharia property is intended to help the community get a house, but this is an obstacle because it is found that there are installments that are stuck after some time. It is necessary to build a decision support system that focuses on mentoring and recommending sharia property financing schemes. The input parameters are 12 profile variables of prospective buyers taken from the house purchase approval letter form (SPPR), while the target is purchase approval obtained from an artificial intelligence system. To get the optimal model, a comparison of 3 models was made, namely logarithmic regression, decision tree, and random forest. Random forest has the highest accuracy rate, which is 90.831%. The Flask framework is used as a web application that is converted into a mobile application.

Keywords: artificial intelligence, robo-advisor, decision support system, random forest, flask

1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk dalam negara Muslim terbesar di dunia. Diperkirakan 229 juta Muslim atau setara dengan 87,2% dari populasi penduduk Indonesia yang berjumlah 263 juta jiwa. Ini sekitar 13% dari populasi Muslim dunia. Dengan jumlah besar tersebut perkembangan fintech di Indonesia cukup menjanjikan, terbukti dengan semakin maraknya layanan perbankan berbasis syariah. Banyaknya layanan berbasis syariah tersebut membentuk kesadaran terhadap gaya hidup yang sesuai syariah Islam semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran menjalankan agama Islam secara kaffah atau sempurna bagi pengikutnya (**Djayusman, 2017**). Salah satu persepsi yang berkembang dengan pesat di dalam kehidupan umat Islam adalah menjalani kehidupan tanpa riba. Riba ini umumnya dapat ditemui dalam bentuk pembungaan terkait utang-piutang, kredit, dan pembiayaan. Salah satu sektor yang masih banyak melibatkan pembiayaan dengan bunga dari sektor perbankan adalah pembiayaan dalam pembelian rumah. Rumah merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang harus dipenuhi, dan perencanaan dalam pembelian rumah umumnya memerlukan perencanaan yang matang. Selain perijinan yang ketat dalam pengambilan KPR, pelunasan kredit rumah umumnya membutuhkan waktu yang panjang dengan bunga yang cukup signifikan apabila menggunakan pembiayaan melalui bank konvensional (**Zaid, 2020**).

Salah satu pendekatan yang banyak ditemui untuk menghindari riba yang tidak sesuai dengan syariah Islam dalam pembelian rumah adalah pembelian rumah melalui pengembang properti syariah. Namun demikian, agar calon pembeli properti syariah paham terkait dengan skema pendanaan dan juga perencanaannya, maka diperlukan pendampingan terkait skema pembelian rumah secara syariah ini. Berbeda dengan model pembiayaan konvensional, Beberapa hal yang menjadi ciri khas dari KPR Syariah ini termasuk di antaranya adalah sebagai berikut (**Ratnasari, 2021**):

- a. Menggunakan akad yang sudah diatur dalam agama Islam, yakni akad *murabahah*, akad *istishna*, musyarakah *mutanaqishah*, dan ijarah *muntahiyah bit tamlik*.
- b. Tidak menggunakan bunga, namun menggunakan margin keuntungan untuk bank yang disepakati bersama melalui akad.
- c. Memiliki besar angsuran tetap sampai jatuh tempo pembiayaan.
- d. Jangka waktu pembiayaan panjang.
- e. Kepastian cicilan karena tidak ada kenaikan cicilan, dan produk KPR syariah tidak terpengaruh fluktuasi suku bunga.
- f. Tidak mengenal istilah value of money.
- g. Tidak menerapkan compound interest atau bunga berbunga.

Salah satu pendampingan dalam bidang keuangan dengan dukungan intelegensi buatan adalah dengan menggunakan robo-advisor. Robo-advisor umumnya berupa aplikasi yang memberikan beberapa pertanyaan yang dapat dijawab oleh penggunanya, baik secara kualitatif maupun kuantitatif (**Rattya, 2016**). Berdasarkan pertanyaan yang diberikan tersebut, maka Robo-advisor akan mampu memperhitungkan faktor risiko dan memberikan rekomendasi untuk pengambilan keputusan tertentu dalam hal keuangan. Meskipun robo-advisor saat ini banyak digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam hal investasi saham, namun untuk beberapa kondisi robo-advisor juga dapat diimplementasikan untuk memberikan pertimbangan dalam pengelolaan keuangan dan juga risiko keuangan (**Xue, 2018**).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Penelitian

Beberapa langkah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada bagan 1 berikut ini.



Gambar 1. Langkah Penelitian

Pada tahapan studi pustaka dilakukan untuk mendalami terkait kondisi *state-of-the-art* saat ini, utamanya dari sisi implementasi intelegensia buatan untuk membangun robo-advisor. Selain itu, dibangun pula pustaka referensi pendukung penelitian dari sisi pendanaan syariah serta perhitungan faktor risiko dalam hal pendanaan dengan skema syariah. Untuk melengkapi pemahaman terhadap objek penelitian, maka dilakukan *benchmarking* terhadap produk-produk robo-advisor yang ada saat ini untuk mendapatkan gambaran secara lengkap mengenai fitur dan kemampuan robo-advisor dalam hal pendukung pengambilan keputusan terkait bidang keuangan dan investasi.

Pada tahapan identifikasi parameter dilakukan untuk mengkaji kebutuhan dari *stakeholder*, dalam hal ini calon pembeli rumah secara syariah dan juga tingkat keahlian dari konsultan pembelian rumah tanpa riba. Salah satu fungsi utama dari sistem intelegensia buatan ini terletak pada otomatisasi pengambilan keputusan, dengan demikian mewujudkan pengetahuan ahli atau *expert knowledge* ke dalam intelegensia buatan merupakan salah satu tujuan utama yang harus tercapai.

Pada tahapan desain dilakukan untuk membandingkan kebutuhan dari pengguna sistem dengan kondisi *state-of-the-art* saat ini untuk mewujudkan sistem optimal yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan mempertimbangkan:

- a. Fitur yang dibutuhkan oleh pengguna
- b. Penyesuaian yang dapat dilakukan berdasarkan *state-of-the-art*
- c. Waktu dan usaha yang diperlukan untuk mewujudkan fitur yang diperlukan pengguna.

Salah satu unsur penting dalam tahapan desain ini adalah menentukan data input yang perlu dimasukkan oleh pengguna sistem, dan akan digunakan sebagai dasar untuk analisis risiko bagi investasi secara syariah. Selain itu, pada tahapan desain akan dirancang skema interaksi dan antarmuka yang akan diberikan kepada pengguna sehingga memudahkan pengguna dalam mendapatkan layanan dari robo-advisor.

Pada tahapan implementasi sistem akan dilakukan pengembangan sistem sesuai dengan desain yang telah dirancang. Pengembangan untuk intelegensia buatan sebagai dasar dari robo-advisor akan dilakukan di atas bahasa pemrograman python sehingga diperoleh model analisis risiko berbasis intelegensia buatan. Model yang diperoleh kemudian akan diimplementasikan dalam bentuk model mini di atas aplikasi bergerak. Aplikasi bergerak akan diimplementasikan sesuai dengan konsep aplikasi yang telah dirancang pada tahap desain. Beberapa fitur utama yang akan direalisasikan termasuk dalam hal:

- a. Simulasi untuk skema pendanaan syariah berdasarkan kemampuan keuangan pribadi pengguna.

- b. Penyimpanan skema pendanaan syariah untuk pembelian rumah dengan harga tertentu.
- c. Reminder untuk setiap tanggal tertentu untuk mengingatkan pengguna dalam menabung atau mencapai target tertentu.
- d. Pencatatan pencapaian pengguna terhadap target yang telah ditetapkan.

Pada tahapan evaluasi dan pelaporan akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dikembangkan, yang pertama adalah melakukan pengujian per subsistem secara individual, dan yang kedua adalah untuk sistem secara keseluruhan. Selain itu, dievaluasi pula fungsionalitas dari fitur yang sudah dirancang untuk sistem.

2.2. Konsep Robo-advisor dan Kecerdasan Buatan

Menurut *World Economic Forum* (WEF), AI akan memimpin revolusi industri keempat dan melalui konvergensi teknologi dengan robot, AI, IoT, dll. diharapkan menjadi sumber mesin pertumbuhan baru (Lee, 2017). Robo-Advisor adalah kata majemuk dari Robot dan Advisor. Ini adalah layanan manajemen aset online yang secara otomatis membangun, menyeimbangkan kembali, dan mengelola portofolio berdasarkan tren investasi individu dengan teknologi seperti algoritma, analisis data, dan AI. Robo-Advisor atau penasihat robo meminimalkan intervensi manusia untuk menyediakan portofolio investasi dan teknologi AI yang lebih maju diharapkan dapat diterapkan. Robo-advisor dimaksudkan untuk berinteraksi dengan klien secara digital, baik untuk mengumpulkan informasi klien maupun untuk mengelola investasi klien dengan biaya murah (Fisch, 2019). Seorang klien pada umumnya akan diberikan beberapa pertanyaan terkait dengan profil klien tersebut seperti preferensi resiko, aset, pendapatan, hutang, atau yang lainnya terkait dengan sisi ekonomi klien.

Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan artificial atau intelegensia buatan merupakan cabang dari ilmu komputer yang meneliti metodologi atau kelayakan yang dapat dibuat dengan menggunakan kerangka konseptual berdasarkan kecerdasan manusia, seperti kognisi, penalaran, dan pembelajaran. Kecerdasan buatan pada pengaplikasiannya secara garis besar terbagi tujuh cabang, yaitu *machine learning*, *natural language processing*, *expert system*, *vision*, *speech*, *planning dan robotics* (dicoding, 2020). Mesin yang dikembangkan untuk belajar dengan sendirinya tanpa arahan dari penggunanya biasa disebut dengan *Machine Learning* (ML). Pembelajaran mesin dikembangkan berdasarkan disiplin ilmu lainnya seperti statistika, matematika dan data mining sehingga mesin dapat belajar dengan menganalisa data tanpa perlu di program ulang atau diperintah.

Salah satu jenis dari model ML adalah klasifikasi. Klasifikasi adalah proses pengorganisasian data berdasarkan kategori yang relevan, agar mudah ditemukan, disimpan, dan dianalisis. Klasifikasi data otomatis terdiri dari penggunaan algoritma pembelajaran mesin untuk mengklasifikasikan data yang tidak terlihat menggunakan tag yang telah ditentukan sebelumnya. Jadi dalam kinerjanya AI atau ML akan melakukan koleksi data dari profil klien atau calon pembeli rumah kemudian data tersebut diolah dan diklasifikasikan dengan algoritma tertentu. Beberapa algoritma yang dapat digunakan dalam proses klasifikasi diantaranya adalah *Logistic Regression*, *Decision Tree*, dan *Random Forest*.

2.2.1. Identifikasi Parameter dan Desain Sistem

Sebuah sistem berbasis kecerdasan artifisial membutuhkan sebuah set-data yang berisi masukan (parameter) dan keluaran (target) yang dibutuhkan untuk sistem pelatihan dan pengujian. Parameter-parameter yang dibutuhkan tersebut didapatkan dari formulir Surat Permohonan Pembelian Rumah (SPPR) dengan melakukan survey ke salah satu pengembang properti syariah. Dari hasil survey dan diskusi tersebut didapatkan 12 masukan seperti pada tabel 1 berikut ini. Untuk target luarannya hanya satu nilai dengan 2 parameter kemungkinan yaitu diterima atau ditolak untuk usulan pembelannya.

Tabel 1. Parameter Masukan dari Sistem Robo-Advisor

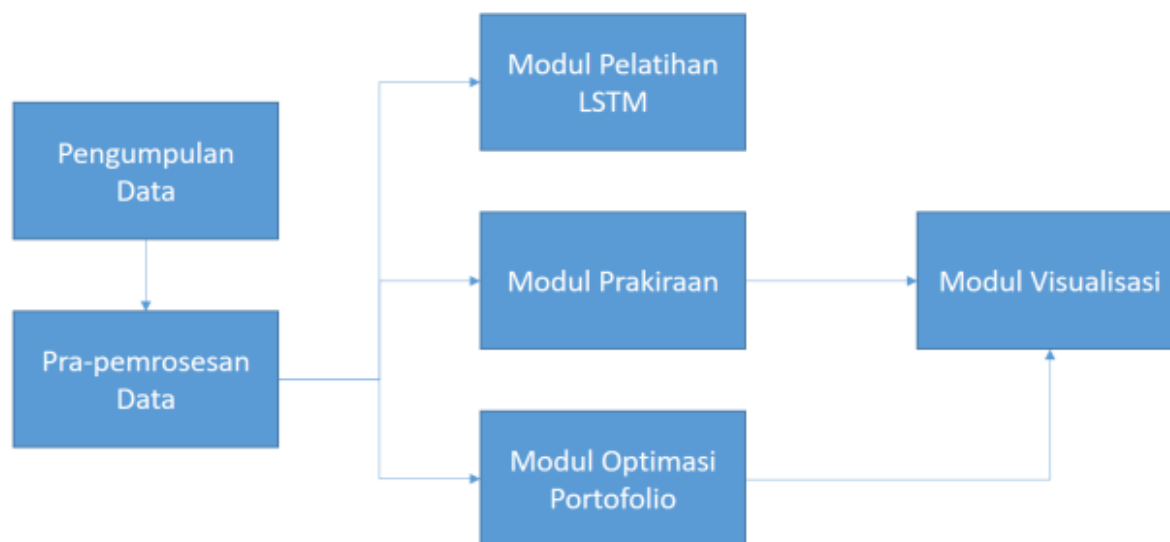
| No. | Nama Parameter | Jenis Masukan | Nilai Parameter |
|-----|---------------------|---------------|--|
| 1 | Jenis Kelamin | selectbox | Laki-laki, Perempuan |
| 2 | Status Pernikahan | selectbox | Belum Menikah, Menikah, Duda, Janda |
| 3 | Jumlah Tanggungan | selectbox | 0, 1, 2, 3, 3+ |
| 4 | Pendidikan | selectbox | SD, SMP, SMA, Sarjana, Pascasarjana |
| 5 | Pekerjaan | selectbox | Wiraswasta, PNS, TNI-POLRI, Swasta, Buruh |
| 6 | Pendapatan Utama | selectbox | <1jt, 1-5jt, 5-10jt, 10-20jt, 20-30jt, >30jt |
| 7 | Pendapatan Tambahan | selectbox | <1jt, 1-5jt, 5-10jt, 10-20jt, 20-30jt, >30jt |
| 8 | Jenis Properti | selectbox | rumah, tanah |
| 9 | Biaya Rumah | inputbox | |
| 10 | Uang Muka | inputbox | |
| 11 | Periode Cicilan | selectbox | 12, 18, 24 |
| 12 | Riwayat Pinjaman | selectbox | 0, 1, 2, 2+ |

Jumlah dataset yang disediakan sejumlah 600 buah data yang akan digunakan dalam 2 set data yaitu data pelatihan (*training*) dan data pengujian (*testing*). Dengan menggunakan fungsi `train_test_split` dan parameter `test_size` adalah 0,15 artinya ada 90 buah data yang digunakan sebagai data pengujian dan sebanyak 510 buah data digunakan sebagai data pelatihan.

Desain sistem dibagi menjadi 2 bagian yaitu desain kecerdasan artifisial dan desain aplikasi. Desain kecerdasan artifisial dilakukan untuk mengetahui model yang optimal dari beberapa model klasifikasi. Ketiga model yang dibandingkan yaitu *Logistic Regression*, *Decision Tree*, dan *Random Forest*. Beberapa tahapan dalam desain kecerdasan artifisial dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.

Tahapan dimulai dari pengumpulan data secara otomatis, melakukan ekstraksi terhadap perubahan kondisi pasar, menyusun dataset, dan menyimpan hasil pengumpulan data ke dalam database untuk dipergunakan kembali di kemudian hari. Selanjutnya dilakukan pra-pemrosesan data dimana ini dilakukan untuk konversi dan mengubah data yang sifatnya runut secara waktu (*time-series*) ke dalam dataset yang dapat digunakan untuk *supervised learning*. Data yang telah dikumpulkan pada tahapan selanjutnya dibentuk kembali dalam susunan (*array*) supaya dapat dikenali dan digunakan pada tahap selanjutnya yaitu training LSTM. Pada tahap ini dijalankan fungsi dari pelatihan model untuk deteksi pola dan kecenderungan jangka panjang dari pasar keuangan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dari penyusunan prakiraan. Modul ini juga mengolah hasil prakiraan dengan hasil yang sesungguhnya sehingga dapat senantiasa memperbaiki kualitas model seiring dengan perubahan riil. Modul ini menghasilkan model hasil training untuk digunakan dalam menyusun prakiraan. Tahap prakiraan, tahap ini menggunakan model yang telah dihasilkan pada tahapan sebelumnya untuk menghasilkan prakiraan, dan melakukan konversi terhadap hasil prakiraan ke dalam

format yang dapat digunakan lebih jauh. Selanjutnya dilakukan kalkulasi terhadap perbandingan antara historis dan prakiraan risiko dan peluang di masa depan sehingga dapat memberikan rekomendasi optimal berdasarkan input yang diberikan oleh pengguna sistem. Pembobotan terhadap portofolio dapat dilakukan dengan menggunakan klasifikasi terhadap aset yang berisiko tinggi dan juga aset yang berisiko rendah, dengan demikian risiko terhadap investasi dapat dikendalikan. Tahap akhir visualisasi data. Tahap ini memberikan visualisasi terhadap hasil pengolahan data sehingga dapat memberikan wawasan yang bermakna dalam mendukung pengambilan keputusan oleh pengguna. Informasi diberikan dalam bentuk grafik dengan jenis optimal sesuai dengan jenis informasi yang ingin disampaikan.



Gambar 1. Arsitektur Kecerdasan Artifisial untuk Robo-Advisor

Setelah mendapatkan model yang optimal maka selanjutnya mengimplementasikan model tersebut ke aplikasi. Desain aplikasi dibangun dengan menggunakan framework *flask* yang merupakan platform aplikasi web dengan bahasa pemrograman python. Flask dipilih karena struktur pemrogramannya sederhana (*microframework*) dan selaras dengan desain kecerdasan buatan yang sudah dilakukan sebelumnya.

2.3. Implementasi dan Pengujian Sistem

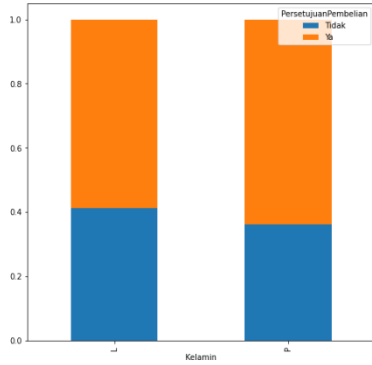
Pada tahap implementasi, pengembangan sistem dilakukan sesuai dengan desain yang telah dirancang. Pengembangan kecerdasan buatan sebagai basis robo-advisor akan dilakukan dengan pemrograman Python sehingga diperoleh model analisis risiko berbasis kecerdasan buatan. Model yang diperoleh selanjutnya akan diimplementasikan dalam bentuk model mini di atas aplikasi web yang dapat dikembangkan ke arah aplikasi bergerak. Beberapa fungsi utama yang akan direalisasikan antara lain:

- a. Simulasi skema pendanaan syariah berdasarkan kemampuan finansial pribadi pengguna.
- b. Penyimpanan skema pendanaan syariah untuk pembelian rumah dengan harga tertentu.

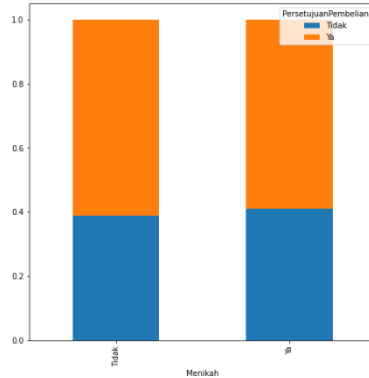
Pada tahap pengujian dilakukan beberapa hal, yang pertama menguji setiap subsistem secara individual, dan yang kedua terhadap sistem secara keseluruhan. Selain itu, fungsionalitas fitur-fitur yang telah dirancang untuk sistem juga dievaluasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

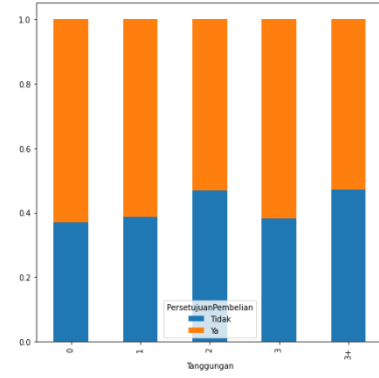
Pertama-tama, akan dilihat hubungan antara variabel target dan variabel luarannya yang hasilnya dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini.



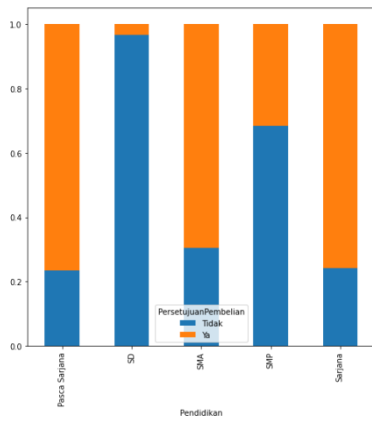
Gambar 2. Hubungan Jenis Kelamin dengan Keluaran



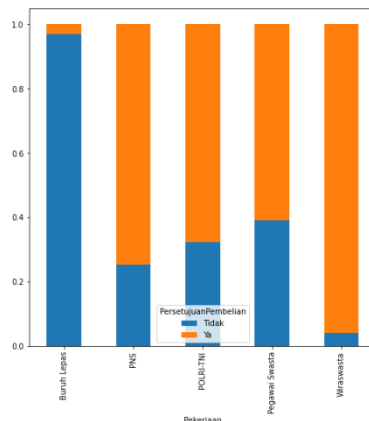
Gambar 3. Hubungan Status Pernikahan dengan Keluaran



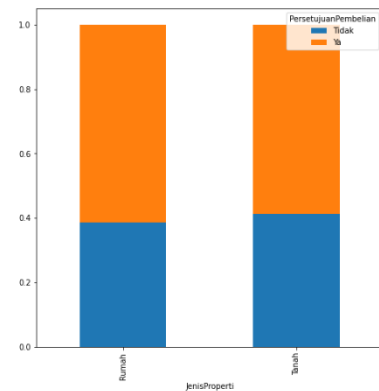
Gambar 4. Hubungan Jumlah Tunjangan dengan Keluaran



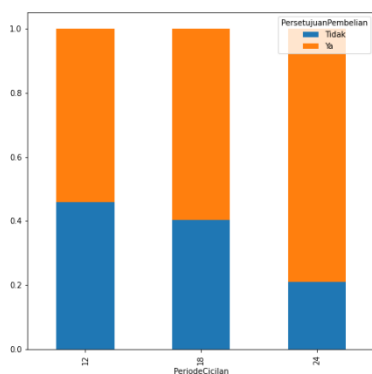
Gambar 5. Hubungan Pendidikan dengan Keluaran



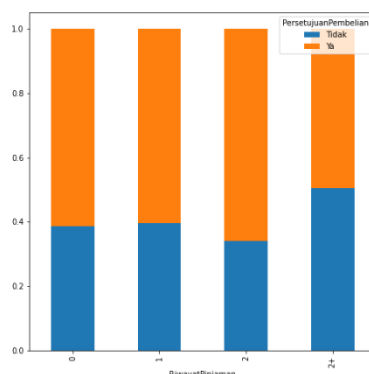
Gambar 6. Hubungan Pekerjaan dengan Keluaran



Gambar 7. Hubungan Jenis Properti dengan Keluaran



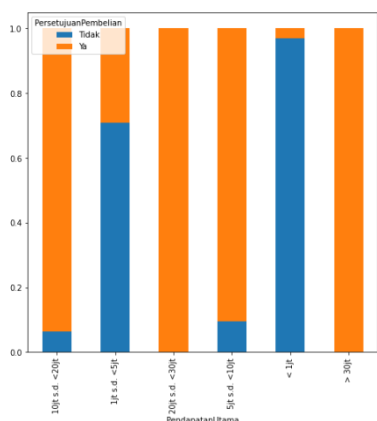
Gambar 8. Hubungan Periode Cicilan dengan Keluaran



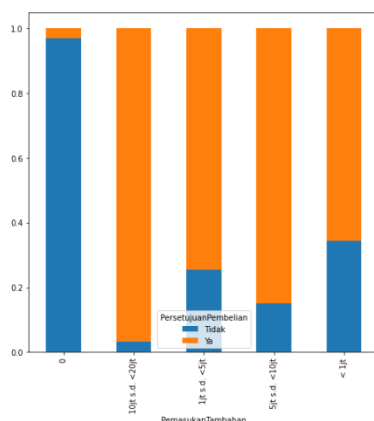
Gambar 9. Hubungan Riwayat Pinjaman dengan Keluaran

Dari grafik hubungan antara keluaran dengan parameter input dapat disimpulkan bahwa ada 2 kemungkinan persetujuan pembelian akan ditolak yaitu ketika pendidikan pembeli adalah

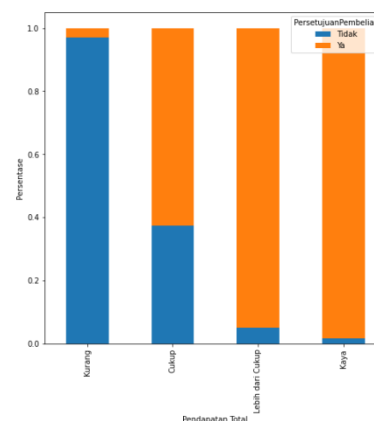
hanya sekolah dasar (Gambar 5) dan yang kedua ketika pekerjaannya adalah seorang buruh lepas (Gambar 6). Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa jenis properti yang dipilih tidak terlalu berpengaruh terhadap penerimaan atau penolakan. Lama periode cicilan seperti ditunjukkan pada Gambar 8 tidak terlalu mempengaruhi hasil persetujuan permohonan, kecuali apabila tempo cicilan menjadi lebih lama, yakni 24 bulan. Pada Gambar 9 di mana riwayat cicilan sebelumnya dari pembeli dipertimbangkan, ditunjukkan bahwa nilai apapun yang dimiliki oleh calon pembeli tidak terlalu berpengaruh terhadap penerimaan permohonan. Selanjutnya dilihat pula hubungan antara pendapatan utama, pendapatan tambahan, dan jumlah pendapatan yang dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 10. Hubungan Pendapatan Utama dengan Keluaran



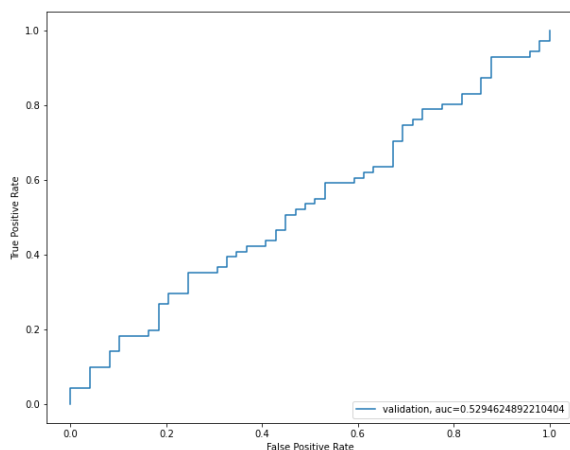
Gambar 11. Hubungan Pendapatan Tambahan dengan Keluaran



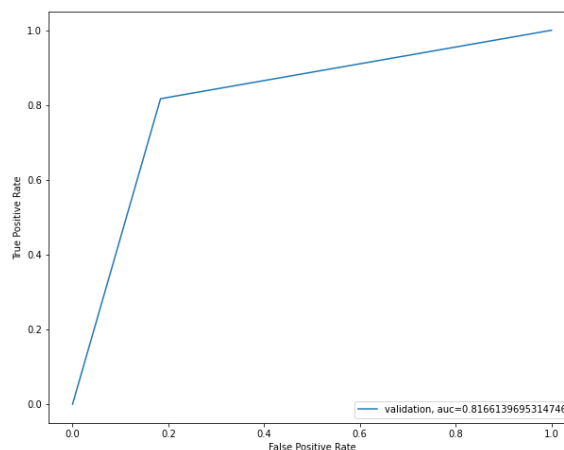
Gambar 12. Hubungan Keseluruhan Pendapatan dengan Keluaran

Dari grafik yang diperlihatkan pada Gambar 10, menunjukkan bahwa apabila pendapatan pembeli tergolong pada kategori kurang (1 juta s.d. 5 juta dan < 1 juta), maka besar kemungkinan persetujuan pembelian akan ditolak. Pada Gambar 11 juga dapat ditinjau bahwa ketika pembeli tidak memiliki pemasukan tambahan, maka besar kemungkinan permohonan pembeli akan ditolak. Sebagai penguat temuan ini, dari Gambar 12 di atas dapat disimpulkan bahwa ketika pendapatan total dari pembeli terhitung kurang, maka permohonan pembeli hampir pasti akan ditolak. Hanya ketika pendapatan pembeli lebih dari cukup atau kaya barulah permohonan pembeli memiliki kemungkinan hampir pasti diterima.

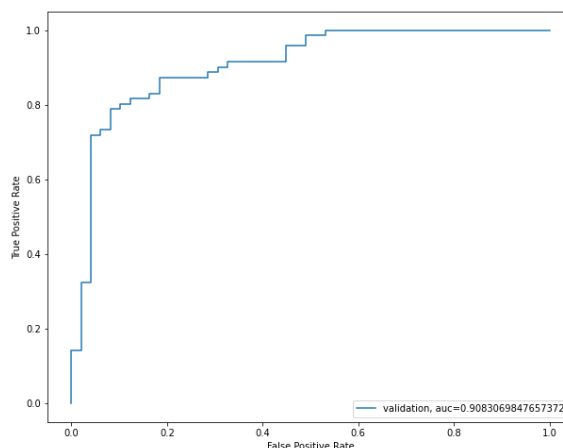
Persetujuan pembelian rumah atau tanah tidak dapat dilihat hanya dengan pendapatan pembeli saja, namun disatukan dengan profil lainnya, untuk itu diperlukan model yang tepat dari jenis klasifikasi kecerdasan artificial dengan mencari model optimal dari tiga model yang dibandingkan yaitu *Logistic Regression*, *Decision Tree*, dan *Random Forest*. Ketiga hasil implementasi model tersebut dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini. Pada Gambar 13 dapat ditinjau mengenai hasil implementasi model menggunakan algoritma *logistic regression* di mana tingkat *false positive*-nya meningkat kurang lebih linear seiring dengan peningkatan *true positive*. Hal ini menunjukkan bahwa performa model ini kurang baik. Pada model hasil pengembangan menggunakan pendekatan *decision tree* seperti ditunjukkan pada Gambar 14 menunjukkan perbaikan pada performa model, di mana nilai optimal diperoleh pada *true positive rate* sebesar 0,8 dan *false positive rate* sebesar 0,2. Lebih tinggi dari itu dan *false positive rate* akan meningkat dengan signifikan tanpa diiringi oleh *true positive rate*.



Gambar 13. Hasil Model Logistic Regression



Gambar 14. Hasil Model Decision Tree



Gambar 15. Hasil Model Random Forest

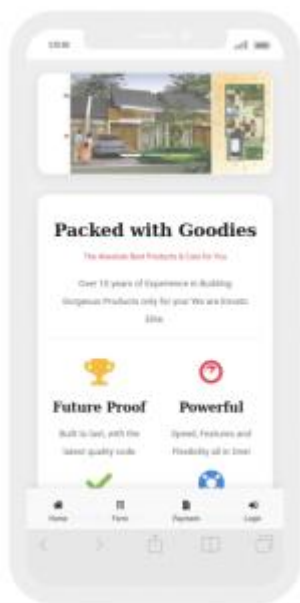
Performa terbaik ditunjukkan oleh model yang dikembangkan dengan menggunakan pendekatan *random forest*, di mana pada *true positive rate* sebesar 0,8 dapat dicapai dengan *false positive rate* sebesar $<0,2$. Pada grafik yang ditunjukkan Gambar 15 tersebut kurva lebih cepat mencapai puncak dalam hal *true positive rate*, sehingga *false positive* bisa ditekan agar tetap rendah.

Nilai akurasi dari ketiga model tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah di mana dari ketiga model yang dibandingkan dapat disimpulkan bahwa model *random forest* memiliki tingkat akurasi yang baik yaitu sebesar 90,831%. Ditambahkan dengan karakteristik model yang memiliki *false positive rate* yang paling rendah dibandingkan ketiga model lainnya pada tingkat *true positive* 0,8, hal ini berarti model kecerdasan artifisial ini sudah dapat memprediksi dengan tingkat akurasi tinggi.

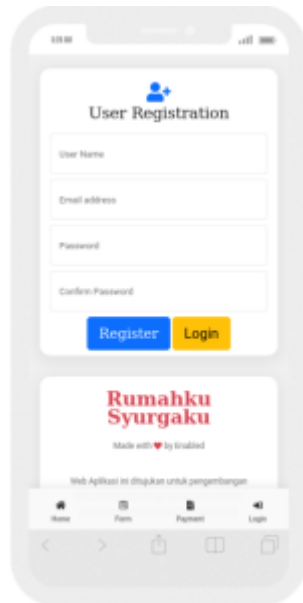
Tabel 2. Hasil Perbandingan Model Kecerdasan Artifisial

| <i>Logistic Regression</i> | <i>Decision Tree</i> | <i>Random Forest</i> |
|----------------------------|----------------------|----------------------|
| 0,52946 or 52,946% | 0,81661 or 81,661% | 0,90831 or 90,831% |

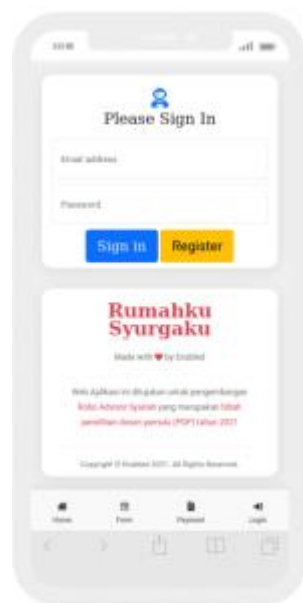
Setelah mendapatkan model kecerdasan buatan yang optimal maka langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan model tersebut pada sebuah aplikasi. Aplikasi yang dibuat memanfaatkan framework *flask* karena sama-sama menggunakan bahasa pemrograman python. Untuk desain dan uji kecerdasan buatan pada tingkat aplikasi dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.



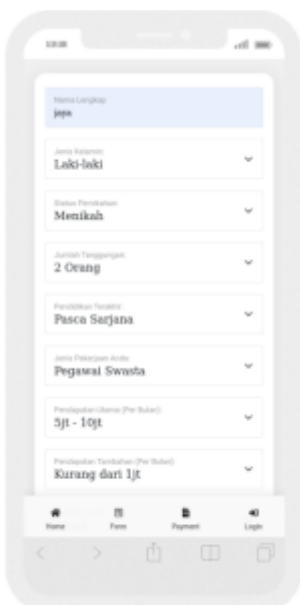
Gambar 16. Halaman Beranda



Gambar 17. Halaman Registrasi Pengguna



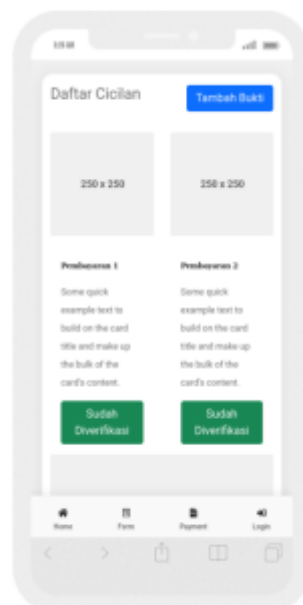
Gambar 18. Halaman Login Pengguna



Gambar 19. Halaman Form Prediksi



Gambar 20. Halaman Hasil Prediksi



Gambar 21. Halaman Daftar Cicilan Pengguna

Gambar 19 memperlihatkan halaman prediksi dimana ada beberapa pertanyaan yang perlu dijawab oleh calon pembeli yang telah disesuaikan dengan parameter-parameter yang ada di dataset. Sedangkan Gambar 20 memperlihatkan hasil dari prediksi yang didapatkan dari model *random forest* tersebut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, ada beberapa kesimpulan yang diperoleh seperti berikut:

1. Sebuah robo-advisor berbasis kecerdasan artificial dapat diimplementasikan dengan menggunakan model yang mampu memproses berbagai parameter dari profil calon pembeli. Ada 12 parameter masukan yang didapatkan dari profil calon pembeli properti.
2. Untuk mendapatkan model terbaik Robo-Advisor maka dilakukan perbandingan tiga model yaitu *Logaritmik Regression*, *Decision Tree*, dan *Random Forest*. Model terbaik yang dengan tingkat akurasi yang paling tinggi adalah model *Random Forest* dimana nilai akurasinya adalah 90,831%.
3. Robo-Advisor sudah dapat diimplementasikan dalam bentuk aplikasi bergerak dengan bantuan aplikasi web yang dikembangkan dari framework *Flask*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemdikbudristek) yang telah memberikan dana bagi peneliti ini melalui Program Pembiayaan Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan nomor SK 1867/E4/AK.04/2021. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang besar bagi kemajuan teknologi di Indonesia.

DAFTAR RUJUKAN

- Fisch, J. E., Labouré, M., & Turner, J. A. (2019). The Emergence of the Robo-advisor. In J. Agnew & O. S. Mitchell (Eds.), *The Disruptive Impact of FinTech on Retirement Systems* (1st ed., Issue 2018, pp. 13–37). Oxford University Press.
- R. R. Djayusman, "The Emergence of Islamic Economics and Finance Education in Indonesia," *Economics World*, vol. 5, no. 6, pp. 618-624, 2017.
- S. Zaid and W. Hamid, "Factors Determine of Muslim Customers' Intention to Continue On Shariah Banks' Services," *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, vol. 24, no. 08, pp. 12323 - 12333, 2020.
- J. Rattya, "March of the Robo-advisors: The potential for global expansion of digital asset management platforms," 2016.
- C. Huang and X. Wang, "Financial Innovation Based on Artificial Intelligence Technologies," in *AICS 2019: Proceedings of the 2019 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science*, 2019.
- Sironi, P. (2016). *FinTech innovation: from robo-advisors to goal based investing and gamification*. John Wiley & Sons.

- Xue, J., Zhu, E., Liu, Q., & Yin, J. (2018). Group recommendation based on financial social network for robo-advisor. *IEEE Access*, 6, 54527–54535. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2871131>
- Snihovyi, O., Kobets, V., & Ivanov, O. (2019). Implementation of Robo-Advisor Services for Different Risk Attitude Investment Decisions Using Machine Learning Techniques. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 1007). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13929-2_15
- Day, M. Y., Cheng, T. K., & Li, J. G. (2018). Ai robo-advisor with big data analytics for financial services. *Proceedings of the 2018 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining, ASONAM 2018*, 1027–1031. <https://doi.org/10.1109/ASONAM.2018.8508854>
- Xiang, Y., Li, Z., Lee, T. H., Tang, D., Wu, K., Lei, Z., & Wang, Y. (2019). Smart Wealth Management System for Robo-Advisory. *CIFEr 2019 - IEEE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CIFEr.2019.8759063>
- Huang, C., & Wang, X. (2019). Financial innovation based on artificial intelligence technologies. *ACM International Conference Proceeding Series*, 750–754. <https://doi.org/10.1145/3349341.3349504>
- Chen, L., Liu, K., Wang, Y., & Zhang, H. (2018). A Portfolio Selection Model for Robo-Advisor. *CCIS2018*, 2019(7), 179–185. <https://doi.org/10.35646/kodisa.icbe.2019.7.5.179>
- Lee, K. Y., Kwon, H. Y., & Lim, J. I. (2017). Legal Consideration on the Use of Artificial Intelligence Technology and Self-regulation in Financial Sector: Focused on Robo-Advisors. In B. ByungHoon & K. Kim (Eds.), *World Conference on Information Security Application* (pp. 323–335). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-93563-8>
- Hakim, R. F. (2019). Bekerja dengan Flask dan MySQL. *Medium.Com*. <https://medium.com/@986110101/bekerja-dengan-flask-dan-mysql-b0a7ce2a8bc2>, diakses pada 21 Oktober 2021
- Sharma, R. (2017). Model Deployment using Flask. *Towardsdatascience*. <https://towardsdatascience.com/model-deployment-using-flask-c5dcbb6499c9>. Diakses pada 21 Oktober 2021
- Bhandari, M. (2020). How to predict Loan Eligibility using Machine Learning Models. *Towardsdatascience*. <https://towardsdatascience.com/predict-loan-eligibility-using-machine-learning-models-7a14ef904057>. Diakses pada 21 Oktober 2021

- Hoshang, K. J. (2021). Deploy Machine Learning Model using Flask. GeeksforGeeks. <https://www.geeksforgeeks.org/deploy-machine-learning-model-using-flask/>. Diakses pada 21 Oktober 2021
- Statcounter, "Mobile Operating System Market Share Indonesia," GlobalStats, 09 2020. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/indonesia>. Diakses pada 27 Oktober 2021.
- Borges, P. (2018). Deep Learning: Deploying an AI application with Flask. Medium. <https://medium.com/deeplearningbrasil/deep-learning-deploying-an-ai-application-with-flask-e23a546f32d1>. Diakses pada 23 Oktober 2021
- Raj, J. (2015). Creating a Web App From Scratch Using Python Flask and MySQL. Tutsplus. <https://code.tutsplus.com/tutorials/creating-a-web-app-from-scratch-using-python-flask-and-mysql--cms-22972>. Diakses pada 23 Oktober 2021
- Maharani, A. S. A. (2021). Kebal Krisis, Properti Syariah Tumbuh Eksponensial Selama Pandemi. Kompas. <https://www.kompas.com/properti/read/2021/12/01/193000021/kebal-krisis-properti-syariah-tumbuh-eksponensial-selama-pandemi>. Diakses pada 27 Oktober 2021
- Ratnasari, K. (2021). Mau Beli Rumah Halal Lewat Developer Properti Syariah? Ketahui Dulu 5 Hal Ini. Rumah123. <https://artikel.rumah123.com/mau-beli-rumah-halal-lewat-developer-properti-syariah-ketahui-dulu-5-hal-ini-50376>. Diakses pada 27 Oktober 2021
- Dicoding. (2020). Apa itu Machine Learning? Beserta Pengertian dan Cara Kerjanya. Dicoding. <https://www.dicoding.com/blog/machine-learning-adalah/>. Diakses pada 27 Oktober 2021