

# Implementasi Sistem Rekomendasi dengan Content Based Filtering dan Teknologi Virtual Tour Untuk Strategi Pemasaran Pada Website

Gina Purnama Insany, Somantri, Phina Putri Amalia\*

Fakultas Teknik Komputer dan Desain, Teknik Informatika, Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

Email: <sup>1</sup>gina.purnama@nusaputra.ac.id, <sup>2</sup>somantri@nusaputra.ac.id, <sup>3,\*</sup>phina.putri\_ti20@nusaputra.ac.id

Email Penulis Korespondensi: phina.putri\_ti20@nusaputra.ac.id

Submitted: 16/06/2024; Accepted: 28/06/2024; Published: 29/06/2024

**Abstrak**—Bisnis properti berkembang pesat didukung oleh kondisi ekonomi yang stabil dan daya beli masyarakat yang meningkat, memicu persaingan ketat di industri properti sehingga banyak perusahaan berlomba menghadirkan solusi modern. Calon konsumen sering kesulitan memilih rumah yang sesuai dengan kebutuhan karena banyaknya pilihan, sementara perusahaan properti menghadapi tantangan dalam menyediakan informasi yang menarik dan komprehensif. Solusi seperti sistem rekomendasi dengan *Content Based Filtering* dan teknologi *Virtual Tour* menawarkan pendekatan inovatif yang memudahkan konsumen memilih rumah dan meningkatkan strategi pemasaran pada website Setiabudi Land. Sistem rekomendasi ini memberikan saran sesuai karakteristik dan preferensi pengguna dengan *input* seperti usia, status pernikahan, jumlah anak, pendapatan per bulan, fasilitas yang diinginkan, dan preferensi lingkungan. *Output* berupa rekomendasi mengenai nama perumahan, jenis, dan tipe rumah. Di sisi lain, *Virtual Tour* menawarkan pengalaman visual realistis, memungkinkan konsumen melihat properti secara *virtual* tanpa harus mengunjungi lokasi fisik, menampilkan ruang tamu, ruang tengah, 2 kamar tidur, 1 toilet, dan 1 dapur. Hasil evaluasi performa sistem rekomendasi menunjukkan tingkat akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* di kisaran 92-93% sementara pengujian fungsionalitas *Virtual Tour* berjalan baik. Pengujian *User Acceptance* mencapai 88.66%, menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi terhadap fitur sistem rekomendasi dan virtual tour.

**Kata Kunci:** Strategi Pemasaran; Content Based Filtering; Virtual Tour; Setiabudi Land

**Abstract**—The real estate business is rapidly developing, supported by a stable economy and increased purchasing power of the public, which triggers intense competition in the property industry. Consequently, many companies are striving to offer modern solutions. Prospective buyers often struggle to choose a house that suits their needs due to the plethora of options, while real estate companies face challenges in providing attractive and comprehensive information. Solutions like a recommendation system with Content-Based Filtering and Virtual Tour technology offer innovative approaches that make it easier for consumers to select a house and enhance marketing strategies on the Setiabudi Land website. This recommendation system provides suggestions according to user characteristics and preferences with inputs such as age, marital status, number of children, monthly income, desired facilities, and environmental preferences. The output includes recommendations on the name of the housing complex, type, and model of the house. On the other hand, Virtual Tour offers a realistic visual experience, allowing consumers to view properties virtually without having to visit the physical location, showcasing the living room, family room, 2 bedrooms, 1 bathroom, and 1 kitchen. Evaluation results of the recommendation system's performance show accuracy, precision, recall, and F1-score levels in the range of 92-93%, while functionality tests of the Virtual Tour run smoothly. User Acceptance testing reached 88.66%, indicating a high level of user satisfaction with the recommendation system and virtual tour features.

**Keywords:** Marketing Strategy; Content Based Filtering; Virtual Tour; Setiabudi Land

## 1. PENDAHULUAN

Perumahan menjadi salah satu pilihan utama bagi masyarakat yang mencari tempat tinggal sesuai dengan standar kelayakan, mengingat meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal yang tidak seimbang dengan pertumbuhan penduduk, menandakan pentingnya pemenuhan tempat tinggal yang nyaman dan aman. Rumah menjadi kebutuhan primer, khususnya bagi masyarakat yang sudah berkeluarga [1].

Data statistik BPS tentang Perumahan dan Pemukiman menunjukkan persentase rumah tangga yang memperoleh rumah dengan cara membeli dari pengembang pada kuintil 1 (status ekonomi terendah) hanya 0,40%. Sementara pada kuintil 5 (status ekonomi tertinggi) persentase meningkat di angka 10,98%. Kecenderungan peningkatan sejalan dengan status ekonomi rumah tangga yang lebih baik [2]. Bisnis properti terus mengalami peningkatan karena kondisi ekonomi yang stabil dan pertumbuhan daya beli masyarakat, yang menjadi faktor utama dalam perkembangan industri properti.

Persaingan dalam industri properti perumahan mendorong banyak perusahaan properti untuk bersaing dalam menghadirkan solusi yang lebih modern dan canggih. Banyak perusahaan berusaha memanfaatkan kemajuan teknologi informasi, khususnya dalam hal pemasaran. Media pemasaran menjadi sarana penting bagi pengembang properti, dan penerapan teknologi informasi dalam strategi pemasaran properti menjadi langkah yang sangat diperlukan untuk mempermudah proses pemasaran bagi para pengembang [3].

Terdapat permasalahan utama yang dihadapi oleh calon konsumen dalam memilih rumah yaitu kebingungan dan kesulitan dalam menentukan pilihan yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka. Banyaknya pilihan properti yang tersedia pada website Setiabudi Land sering kali membuat calon konsumen merasa bingung dan sulit dalam mengambil keputusan yang tepat. Selain itu, informasi yang disediakan oleh pengembang properti kurang lengkap dan kurang menarik, sehingga mengurangi minat calon konsumen untuk mengeksplorasi lebih lanjut. Dibutuhkan penerapan teknologi informasi untuk meningkatkan efektivitas dan

efisiensi dalam proses pemasaran dan pemilihan rumah. Teknologi informasi yang diterapkan dengan baik dapat memberikan solusi yang lebih personal dan interaktif bagi calon konsumen, serta membantu pengembang properti dalam menyajikan informasi yang lebih komprehensif dan menarik. Solusi dengan penerapan sistem rekomendasi dengan *Content Based Filtering* dan teknologi *Virtual Tour* dapat memudahkan permasalahan yang dialami oleh calon konsumen dalam memilih rumah, hal tersebut juga dapat menjadi strategi pemasaran yang efektif bagi *developer* Setiabudi Land untuk meningkatkan daya saing di industri properti.

Sistem rekomendasi mengatasi masalah informasi berlebihan dengan menyaring informasi penting berdasarkan preferensi dan perilaku pengguna. Terdapat tiga pendekatan utama dalam sistem rekomendasi yaitu *content based filtering*, *collaborative filtering*, dan *hybrid filtering*. *Content based filtering* mempertimbangkan pola perilaku pengguna dari masa lampau untuk merekomendasikan barang yang sesuai dengan pola pengguna tersebut [4]. Sistem rekomendasi dengan *Content Based Filtering* dapat digunakan untuk memberikan saran yang disesuaikan berdasarkan karakteristik dan preferensi pengguna [5]. Dengan menerapkan *Content Based Filtering*, dapat memberikan solusi bagi calon konsumen yang bingung dalam memilih dan membeli rumah sesuai dengan kebutuhan mereka.

Penerapan teknologi *Virtual Tour* sebagai media pemasaran, dapat memberikan pengalaman virtual yang realistis dan menarik, menampilkan gambaran yang sangat mirip dengan situasi nyata. Ini memberikan informasi yang lebih lengkap dan mendalam kepada pengguna [6]. Penggunaan teknologi *Virtual Tour* memiliki potensi untuk meningkatkan ketertarikan calon pembeli dengan memfasilitasi pengalaman melihat properti secara virtual tanpa harus datang langsung ke lokasi, sehingga dapat mengoptimalkan efisiensi waktu dan tenaga, selain itu *virtual tour* juga dapat menjadi media promosi yang efektif.

Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait sistem rekomendasi dengan *Content Based Filtering*, penelitian penerapan sistem rekomendasi pada video game, mendapatkan hasil tingkat akurasi mencapai 87,75%, *Content Based Filtering* dapat membantu menemukan video game yang sesuai dengan preferensi pengguna [7]. Penelitian penerapan sistem rekomendasi pada produk perawatan kulit menunjukkan bahwa 94% pengguna setuju bahwa sistem rekomendasi dengan *Content Based Filtering* pada situs web membantu dalam memilih produk perawatan kulit [8]. Penelitian penerapan sistem rekomendasi pada tipe rumah perumahan Griya Bumi Sedayu dengan *Content Based Filtering*, mencapai akurasi sekitar 84,2% [9]. Sementara penelitian terkait *Virtual Tour* untuk media pemasaran perumahan PT. Butta Gowa Propertindo menyatakan bahwa hasil pengujian dengan kuesioner terhadap 20 responden dari masyarakat dan karyawan PT. Butta Gowa Propertindo menunjukkan tingkat keberhasilan aplikasi tersebut sebagai media pemasaran, dengan nilai persentasi pengujian sebesar 88,4% [3]. Penelitian pengembangan aplikasi *virtual tour* untuk pengenalan lingkungan kampus PENS, menunjukkan hasil pengujian dengan blackbox testing berhasil dan pengguna dapat menggunakan fitur yang disediakan dengan baik [10].

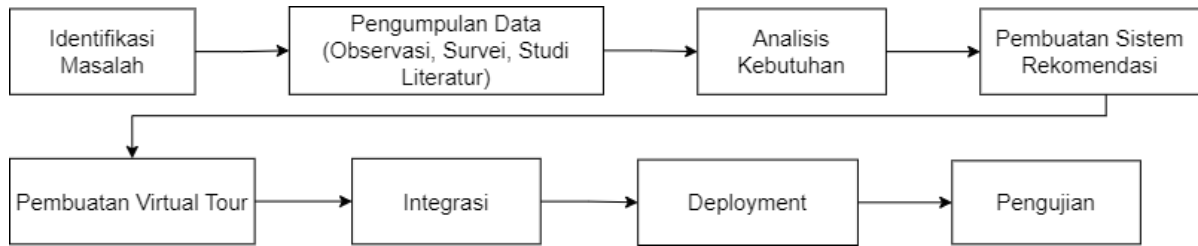
Pada penelitian sebelumnya, belum ada yang mengabungkan *Content Based Filtering* dan *Virtual Tour* secara bersamaan untuk strategi pemasaran perumahan. Sehingga penelitian ini dibuat untuk menghadirkan inovasi baru dengan menggabungkan *Content Based Filtering* dan *Virtual Tour* untuk strategi pemasaran perumahan. Dengan pendekatan *Content Based Filtering* menggunakan model klasifikasi *random forest*, sistem dapat merekomendasi perumahan sesuai karakteristik dan preferensi calon pembeli. Keunikan visualisasi melalui teknologi *Virtual Tour* 360°, memungkinkan pengguna menjelajahi setiap rumah secara interaktif dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini membawa kontribusi yang signifikan dengan menghadirkan pengalaman pengguna yang unik dan inovatif dalam industri properti.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, peneliti tertarik mengimplementasikan *Content Based Filtering* dan *Virtual Tour* untuk strategi pemasaran perumahan yang dikembangkan oleh Setiabudi Land. Sistem rekomendasi dengan pendekatan *Content based Filtering* menampilkan hasil rekomendasi terdiri dari nama perumahan, jenis rumah, dan tipe rumah. Sementara *Virtual Tour* dengan pengambilan gambar menggunakan kamera Ricoh theta dan dibuat dengan *tools* 3D Vista akan menampilkan ruangan dalam rumah contoh yang tersedia di perumahan yang dikembangkan Setiabudi Land meliputi ruang tamu, ruang tengah, kamar tidur, toilet, dan dapur. Peneliti berharap solusi mengimplementasikan *Content Based Filtering* dan *Virtual Tour* dapat bermanfaat bagi calon konsumen dalam memilih rumah yang sesuai dengan preferensi dan karakteristiknya, serta dapat meningkatkan strategi pemasaran bagi *developer* perumahan Setiabudi Land.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Rangkaian langkah-langkah penelitian diilustrasikan dalam suatu diagram alur sebagai berikut :



**Gambar 1** Tahapan Penelitian

Pada gambar 1 menunjukkan proses pengembangan sistem rekomendasi dan teknologi Virtual Tour. Mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis kebutuhan, pembuatan sistem rekomendasi, pembuatan Virtual Tour, integrasi, deployment, hingga pengujian sistem.

**2.2 Identifikasi Masalah**

Dalam industri properti, terutama di tengah persaingan yang semakin ketat, penting untuk terus berinovasi dan memanfaatkan teknologi informasi secara optimal untuk memperkuat strategi pemasaran. Namun, berdasarkan studi literatur dan observasi terhadap website Setiabudi Land, terdapat beberapa masalah yang menghambat potensi daya tarik dan keterlibatan calon konsumen:

- a. Kurangnya pembaruan dalam strategi pemasaran dan solusi baru bagi calon konsumen perumahan Setiabudi Land dapat mengakibatkan kurangnya inovasi dalam menarik perhatian calon konsumen baru dan mempertahankan minat mereka.
- b. Penggunaan teknologi informasi yang tidak optimal dapat mengakibatkan ketidakmampuan perusahaan untuk mencapai audiens yang lebih luas dan meningkatkan keterlibatan calon konsumen.
- c. Kurangnya fitur yang informatif dan interaktif pada website dapat mengakibatkan pengalaman pengguna menjadi kurang memuaskan dan mengurangi minat calon konsumen untuk menjelajahi lebih lanjut tentang properti yang ditawarkan.

**2.3 Metode Pengumpulan Data**

Dalam proses pengumpulan data, peneliti melakukan serangkaian kegiatan sebagai berikut:

a. Observasi

Peneliti melakukan observasi langsung ke lokasi perumahan yang dikembangkan oleh Setiabudi Land, terdiri dari 5 perumahan. Data perumahan dapat dilihat dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Data Perumahan

No	Nama Perumahan	Jenis	Tipe	Rumah Contoh	Alamat
1	Setiabudi Estate	Komersil	36/72	Tidak Tersedia	Jl. Goalpara KM 2, Kec. Sukaraja, Kab. Sukabumi, Jawa Barat 43192
2	Qianna Residence 2	Komersil	30/60, 36/72, 45/84	Tersedia tipe 36/72	Jl. Ciandam KM. 2 Kel. Cibeureum Hilir, Kota Sukabumi, 43165
3	Bukit Cibadak Asri	Subsidi	30/60	Tersedia	Jl. Kebon Kai, Ciheulang Tonggoh, Kec. Cibadak, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat 43351
4	Goalpara Hills	Subsidi	30/60	Tersedia	Jl. Goalpara KM.6, Limbangan, Kec. Sukaraja, Kab. Sukabumi, Jawa Barat 43192
5	Bukit Pinus Banjaran	Subsidi	30/60	Tersedia	Jl. Lingansari, Baros, Kec. Arjasari, Kabupaten Bandung, Jawa Barat

Tujuan dari observasi ini untuk mengetahui strategi pemasaran yang digunakan oleh Setiabudi Land diantaranya adalah dengan membagikan brosur, pameran properti, penggunaan media sosial dan website sebagai media promosi. Temuan dari hasil observasi yaitu kurangnya fitur yang informatif dan interaktif pada website. Selain itu, peneliti melakukan pengambilan foto panorama 360° pada rumah contoh yang tersedia untuk pembuatan *Virtual Tour*.

b. Survei

Peneliti melakukan survei menggunakan Google Form dengan kriteria responden yang pernah membeli rumah di perumahan Qianna Residence 2, Setiabudi Estate, Goalpara Hills, Bukit Cibadak Asri, dan Bukit Pinus Banjaran. Survei ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik dan preferensi konsumen dalam membeli rumah. Data yang dikumpulkan mencakup usia, status pernikahan, jumlah anak, pendapatan per-bulan, nama perumahan, jenis rumah, tipe rumah, preferensi fasilitas, dan preferensi lingkungan. Selain itu, responden juga

diminta untuk mengisi 3 pernyataan yang bertujuan untuk mengetahui pendapat mereka tentang fitur sistem rekomendasi dan *virtual tour* yang akan ditambahkan ke dalam website setiabudiland. Berikut adalah pernyataan-pernyataan yang diajukan:

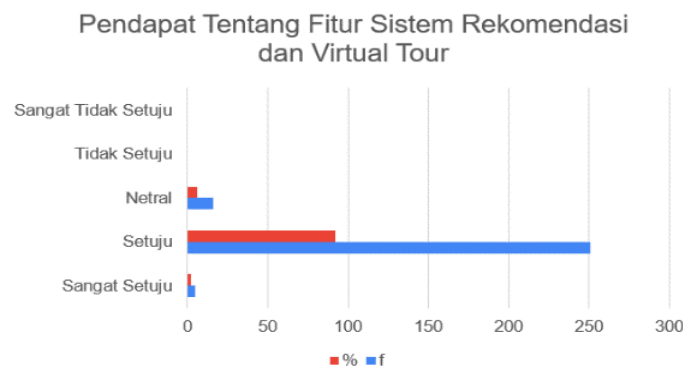
1. Sistem rekomendasi dapat memberikan rekomendasi yang disesuaikan dengan preferensi dan kebutuhan pengguna, sehingga meningkatkan kemungkinan pengguna menemukan rumah yang sesuai. Jika sistem rekomendasi di tambahkan pada website setiabudiland dapat menjadi alat yang berguna dalam proses pengambilan keputusan dalam membeli rumah.
2. Fitur *Virtual Tour* memberikan fleksibilitas dalam menjelajahi properti kapanpun dan dimanapun tanpa perlu berkunjung secara fisik, sehingga memberikan pengalaman yang lebih interaktif dan mendekati pengalaman nyata. Jika fitur *Virtual Tour* ditambahkan pada website setiabudiland dapat berguna dalam menghemat waktu dan biaya yang diperlukan untuk melakukan kunjungan fisik ke perumahan yang mungkin tidak sesuai dengan kebutuhan.
3. Kombinasi dari sistem rekomendasi yang mempertimbangkan preferensi pengguna dan *virtual tour* yang memberikan pengalaman visual, dapat memberikan pengalaman pencarian rumah yang lebih informatif, efisien, dan menarik.

Jawaban dari pernyataan tersebut kemudian dihitung menggunakan skala likert. Skala Likert adalah alat untuk mengukur pendapat atau sikap seseorang terhadap suatu topik dengan memberikan pilihan jawaban seperti sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), ragu/netral (N), setuju (S), dan sangat setuju (S). Nilai total diperoleh dengan menjumlahkan nilai yang dipilih oleh responden, yang memberikan gambaran tentang seberapa setuju mereka terhadap topik tersebut [11]. Berikut rumus dari skala likert:

$$L = \frac{(STS \times 1) + (TS \times 2) + (N \times 3) + (S \times 4) + (SS \times 5)}{NB} \times 100 \tag{1}$$

Keterangan:

NB = Jumlah Responden



**Gambar 2.** Hasil Survei

Gambar 2 merupakan hasil survei dari 272 orang responden yang sudah dihitung menggunakan skala likert. Hasil menunjukkan bahwa pernyataan tersebut diterima dengan sangat baik oleh responden. Dengan 94% responden yang memberikan jawaban positif (setuju), dapat disimpulkan bahwa pernyataan tersebut mendapat dukungan yang sangat baik. Hanya sebagian kecil yang bersikap netral, dan tidak ada yang menolak pernyataan tersebut.

c. Studi Literatur

Peneliti melakukan studi literatur untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang teori terkait *content based filtering* serta *virtual tour* melalui jurnal, buku, artikel, dll. Hal tersebut dapat membangun dasar teoretis yang kuat, dan mengidentifikasi celah dalam penelitian sebelumnya. Melalui studi literatur, peneliti dapat merancang solusi inovatif dan relevan, serta mengadopsi praktik terbaik yang telah terbukti efektif.

**2.4 Analisa Kebutuhan**

Berikut adalah daftar spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk penelitian ini:

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

Beberapa kebutuhan perangkat keras yang digunakan selama proses penelitian dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Keterangan
1	Laptop	HP Pavilion x360
2	Processo	Intel Core i3
3	RAM	8 GB



4	Kamera 360 derajat	Ricoh Theta SC2
5	Smartphone	Realme 7i

b. Perangkat Lunak (*Software*)

Beberapa kebutuhan perangkat lunak yang digunakan selama proses penelitian dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Keterangan
1	Visual Studio Code	Code Editor
2	Laragon	Web server
3	3D Vista	<i>Tools Virtual Tour</i>
4	Chrome	<i>Browser</i>

**2.5 Pembuatan Sistem Rekomendasi**

Pembuatan sistem rekomendasi menggunakan pendekatan *Content Based Filtering* dengan model klasifikasi *Random Forest*, mencakup beberapa langkah meliputi:

a. Pengumpulan Data

Data yang didapatkan sebanyak 272 merupakan data primer yang diperoleh dari hasil survei kuesioner kepada konsumen perumahan Setiabudi Estate, Qianna Residence 2, Bukit Cibadak Asri, Goalpara Hills, dan Bukit Pinus Banjaran. Data yang dikumpulkan meliputi usia, status pernikahan, jumlah anak, pendapatan per-bulan, nama perumahan, jenis rumah, tipe rumah, preferensi fasilitas, dan preferensi lingkungan.

b. Pra Pemrosesan

Pra pemrosesan data merupakan langkah penting untuk mengubah data mentah dari sumbernya menjadi data yang berkualitas atau bernilai signifikan. Alasan utama pra-pemrosesan dilakukan karena ketidakteraturan format data dan untuk menghasilkan data yang tepat [12]. Berikut tahapan Pra pemrosesan data:

1. Memisahkan nilai *input* dan target. Nilai X sebagai *input* dan y sebagai target. *Input* mencakup kolom-kolom yang akan digunakan sebagai fitur dalam model, sedangkan target mencakup kolom-kolom yang akan diprediksi oleh model. Fitur-fitur yang digunakan sebagai *input* mencakup Usia, Status Pernikahan, Jumlah Anak, Pendapatan/Bulan, Fasilitas Yang Diinginkan, dan Preferensi lingkungan. Sedangkan fitur-fitur yang digunakan sebagai target yang ingin diprediksi mencakup Nama Perumahan, Jenis Rumah, dan Tipe Rumah.

2. Transformasi Data

Tranformasi dengan *label encoding* dan *one hot encoding*. *Encoder* digunakan untuk mengubah data kategorikal menjadi format numerik. Algoritma *Random Forest* memerlukan *input* numerik, encoder berperan penting dalam membantu proses transformasi untuk meningkatkan akurasi model. Berikut merupakan proses-proses dalam transformasi data:

a) Label Encoding

*Label Encoding* mengubah data kategorikal dari label teks menjadi representasi numerik unik yang memberi nilai 0, 1, dan 2. Teknik ini menciptakan hubungan ordinal antar kategori, meski urutan tersebut mungkin tidak mencerminkan data asli [13]. Pada penelitian ini, status pernikahan dan pendapatan per bulan di encode menggunakan *label encoding*, karena termasuk kedalam atribut ordinal yang dapat diurutkan. Hasil dari label encoding dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Label Encoding

Variabel	Label	Label Encoding
<b>Status Pernikahan</b>	Lajang	0
	Sudah Menikah	1
<b>Pendapatan per-bulan</b>	Rp. 2.000.000 - Rp. 5.000.000	1
	Rp. 5.000.000 - Rp. 10.000.000	2
	> Rp. 10.000.000	0

b) One Hot Encoding

One-hot encoding mengubah data kategori menjadi vektor biner, dengan setiap kategori diwakili oleh vektor yang memiliki satu elemen bernilai 1 dan 0. Teknik ini jelas merepresentasikan data kategorikal tetapi dapat menghasilkan ruang fitur besar jika kategori banyak [13]. Pada penelitian ini, fasilitas yang diinginkan dan preferensi lingkungan akan di encode menggunakan *one hot encoding*, karena termasuk kedalam atribut kategorikal tanpa urutan tertentu. Nilai kolom ini adalah 1 jika berada dalam entri dan 0 jika tidak ada. Berikut variable dan label yang diencode menggunakan teknik one hot encoding:

c. Pembagian Data Training dan Testing

Data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data *training* sebanyak 80% dan data *testing* sebanyak 20%. Data *training* digunakan untuk melatih *model machine learning*, sementara data *testing* digunakan untuk menguji

performa model yang telah dilatih. Model dapat dilatih menggunakan data training dan kemudian dievaluasi keakuratannya menggunakan data *testing*, sehingga memastikan model dapat melakukan prediksi yang baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

d. Pemodelan

Pemodelan menggunakan algoritma Random Forest. Random Forest merupakan sebuah teknik bagging dalam ensemble learning, menggunakan banyak pohon keputusan yang dibuat dari sampel dataset acak untuk meningkatkan akurasi prediksi. Hasil prediksi dari semua pohon digabungkan melalui voting untuk menentukan hasil akhir, memastikan variasi antar pohon, serta membatasi fitur yang diakses oleh setiap pohon untuk mencegah overfitting [14]. Model *Random Forest* digunakan untuk membuat prediksi perumahan yang sesuai dengan karakteristik dan preferensi calon pembeli. Setiap pohon melakukan prediksi berdasarkan *input* terkait usia, status pernikahan, jumlah anak, pendapatan per bulan, fasilitas yang diinginkan, dan preferensi lingkungan. Kemudian memberikan hasil prediksi mencakup nama perumahan, jenis rumah, dan tipe rumah. Adapun rumus *Random Forest* dapat dilihat pada persamaan (2) berikut:

$$F(x) = \frac{1}{M} \sum_i^M = 1 f_i(x) \tag{2}$$

Dalam model *Random Forest*, *output*  $F(x)$  merupakan hasil akhir yang diperoleh dari kombinasi beberapa pohon keputusan. Jumlah pohon keputusan dalam *Random Forest* disebut dengan  $M$ . Setiap pohon keputusan ke- $i$  dalam hutan tersebut memberikan *output* individu yang dilambangkan sebagai  $f_i(x)$ .

**2.6 Pembuatan Virtual Tour**

Pembuatan virtual tour pada ruangan dalam perumahan menggunakan 3D Vista, mencakup beberapa langkah meliputi:

a. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Kedua jenis data ini memiliki peran penting dalam memberikan gambaran yang lengkap dan mendetail mengenai kondisi perumahan yang diteliti. Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai kedua jenis data tersebut:

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari hasil observasi ke setiap lokasi perumahan dengan melakukan pengambilan gambar 360° menggunakan kamera Ricoh Theta SC2. Pengambilan gambar pada rumah contoh di perumahan Qianna Residence 2, Bukit Cibadak Asri, Goalpara Hills, dan Bukit Pinus Banjaran meliputi tampak dalam rumah diantaranya 1 ruang tamu, 1 ruang tengah, 2 kamar tidur, 1 toilet, dan 1 dapur pada setiap perumahan.

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang sudah ada dan diperoleh secara tidak langsung. Data ini didapatkan dari developer perumahan meliputi denah, foto tampak depan, dan foto dalam ruangan setiap perumahan.

b. 3D Vista

Aplikasi 3D Vista berperan dalam mengelola dan menggabungkan berbagai gambar panorama 360 derajat. Dengan fitur pembuatan panorama, pengguna dapat membuat titik (hotspot) di lokasi tertentu, yang berfungsi sebagai tombol navigasi untuk berpindah ke lokasi lain. Aplikasi ini juga memungkinkan penggabungan gambar untuk menciptakan panorama. 3D Vista menyajikan berbagai aksi, seperti membuka panorama, membuka album, dan membuka URL [10]


c. Tampilan Skin

Tampilan skin terdapat burger menu yang terdiri dari icon button hotspot untuk menampilkan dan menyembunyikan hotspot pada gambar panorama, *icon button fullscreen* untuk mengaktifkan mode layar penuh, *Icon button WA* untuk memudahkan komunikasi dengan tim *marketing*, dan *icon button IG* untuk mengakses informasi terbaru tentang properti. Sedangkan pada *navigation bottom* terdiri dari *house info* yang menampilkan informasi rumah, *panorama list* untuk memudahkan navigasi pada panorama yang lain, *location* untuk menampilkan titik lokasi perumahan, *floorplan* untuk menampilkan denah, dan photo album untuk menampilkan foto dalam ruangan rumah.




d. Penambahan Hotspot

Hotspot ditambahkan pada setiap gambar panorama untuk memungkinkan navigasi antar ruangan. Hotspot ini diatur sedemikian rupa untuk memudahkan pengguna berpindah dari satu ruangan ke ruangan lain. Daftar hotspot yang terdapat dalam virtual tour beserta fungsinya dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Daftar Hotspot

No	Hotspot	Fungsi
1		Menentukan area tertentu di dalam virtual tour yang dapat diinteraksi oleh pengguna.

---

2		Masuk/keluar ruangan
3	Circle Door 	Menuju ke panorama selanjutnya
4	Circle Arrow  Drop	Mengintegrasikan radar dan perpindahan panorama

---

## 2.7 Integrasi

Integrasi sistem rekomendasi pada website melibatkan beberapa komponen utama: FastAPI, middleware CORS, dan htmx. Elemen-elemen ini bekerja secara terpadu untuk memastikan sistem rekomendasi beroperasi dengan efisiensi dan optimal.

### a. Sistem Rekomendasi

Proses integrasi sistem rekomendasi pada website menggunakan *Fast Api*, *middleware CORS*, dan *htmx*.

#### 1. FastAPI

*FastAPI* digunakan untuk pengembangan *RESTful API*. *FastAPI* dipilih karena kecepatan dan efisiensinya. Selain itu, *FastAPI* secara otomatis menghasilkan dokumentasi *API* untuk memudahkan pengujian dan penggunaan *API* [15].

#### 2. Middleware CORS

*Middleware CORS (Cross-Origin Resource Sharing)* diterapkan pada backend untuk mengatur kebijakan akses lintas origin. Ini memungkinkan aplikasi *front-end* yang berjalan di domain yang berbeda untuk berkomunikasi dengan backend. Konfigurasi *CORS* meliputi mengizinkan origin tertentu, metode *HTTP*, dan header yang diizinkan [16].

#### 3. Htmx

*Htmx* adalah *library JavaScript* yang memungkinkan pengembangan aplikasi web dengan *server-side rendering* yang interaktif. Dengan *htmx*, aplikasi dapat melakukan permintaan *HTTP* ke server tanpa perlu memuat ulang seluruh halaman, meningkatkan responsivitas dan dinamisme pengalaman pengguna [17].

### b. Virtual Tour

Proses integrasi *virtual tour* dilakukan dengan menambahkan folder *virtual tour* yang sudah di publikasikan dari 3D Vista langsung ke *front-end* web menggunakan tag `< a href >` yang mengarah ke *directory virtual tour* yang dituju.

## 2.8 Deployment

*Deployment* adalah proses mengirimkan aplikasi ke lingkungan produksi sehingga dapat diakses oleh pengguna akhir. Proses *deployment* dilakukan dengan menggunakan *Google Cloud Platform (GCP)*. *GCP* merupakan sebuah platform *cloud computing* yang menyediakan berbagai layanan untuk membangun, menguji, dan mengelola aplikasi. Salah satu layanan unggulan dari *GCP* adalah *Cloud Run* yang menyediakan lingkungan komputasi terkelola sepenuhnya untuk menerapkan dan memperluas kontainer *HTTP* tanpa server, tanpa perlu mengurus pengaturan mesin atau penskalaan otomatis yang memungkinkan pengembang menjalankan aplikasi secara *serverless* dengan mudah menggunakan *Docker* [18].

## 2.9 Pengujian

Pengujian merupakan fase krusial dalam pengembangan sistem yang melibatkan serangkaian langkah untuk memeriksa dan memastikan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi dengan baik.

### a. Confusion Matrix

*Confusion matrix* mengevaluasi kinerja model klasifikasi dengan membandingkan nilai aktual dan hasil prediksi untuk mengukur keakuratan prediksi tiap kelasnya. Terdapat empat nilai penting dalam *Confusion Matrix*: *True Positive (TP)* menunjukkan prediksi positif yang tepat; *True Negative (TN)* menandakan prediksi negatif yang tepat; *False Positive (FP)* mengindikasikan prediksi positif yang salah; dan *False Negative (FN)* menandai prediksi negatif yang salah. Metrik evaluasi seperti Akurasi, Presisi, *Recall*, dan *F-1 Score* dihitung berdasarkan kombinasi dari nilai-nilai tersebut [19].

### b. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsionalitas merupakan pengujian sistem yang memastikan sistem dapat bekerja dengan benar tanpa harus memperhatikan detail struktur kode internal [20].

### c. User Acceptance

*User Acceptance Testing (UAT)* merupakan proses pengujian yang melibatkan interaksi langsung antara pengguna akhir dengan sistem, hal tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa fitur-fitur yang ada telah sesuai

dengan kebutuhan pengguna. User Acceptance dilakukan pada tahap akhir pengujian sistem setelah sistem selesai dikembangkan [21].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Penerapan model Random Forest

Pada penelitian ini, *Random Forest Classifier* dari *scikit-learn* digunakan untuk membuat dan melatih model klasifikasi.

```

from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
✓ 0.0s

model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train)
✓ 0.1s

* RandomForestClassifier
RandomForestClassifier(random_state=42)

y_pred_train = model.predict(X_train)
✓ 0.0s

y_pred_test = model.predict(X_test)
✓ 0.0s
    
```

Gambar 3. Penerapan Model Random Forest

Gambar 3 merupakan penerapan model dengan algoritma *Random Forest*. Dengan menggunakan *library scikit-learn*, model dibuat menggunakan 100 pohon keputusan ( $n\_estimators=100$ ) dan nilai ( $random\_state=42$ ) untuk memastikan hasil yang konsisten setiap kali model dijalankan. Nilai  $random\_state=42$  digunakan untuk mengatur *seed* dari generator angka acak, sehingga proses pelatihan yang melibatkan pengacakan dapat direproduksi dengan hasil yang sama. Setelah model dilatih dengan data pelatihan ( $X\_train$  dan  $y\_train$ ), model tersebut diuji dengan melakukan prediksi pada data pelatihan dan data pengujian ( $X\_test$ ). Hasil prediksi disimpan dalam variabel  $y\_pred\_train$  dan  $y\_pred\_test$ , yang kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja model.

#### 3.2 Evaluasi Confusion Matrix

Sistem rekomendasi dievaluasi menggunakan *confusion matrix* yang terdiri dari beberapa metrik evaluasi penting, yaitu:

- a. *Accuracy* adalah ukuran yang menunjukkan seberapa dekat nilai prediksi dengan nilai aktual.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{3}$$

- b. Presisi adalah ukuran ketepatan antara informasi yang diinginkan oleh pengguna dan jawaban yang diberikan oleh sistem. Precision dihitung sebagai rasio antara jumlah prediksi positif yang benar dengan total prediksi positif yang dihasilkan oleh sistem.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \tag{4}$$

- c. *Recall* adalah ukuran sejauh mana sistem berhasil menemukan dan mengidentifikasi kembali informasi yang relevan.

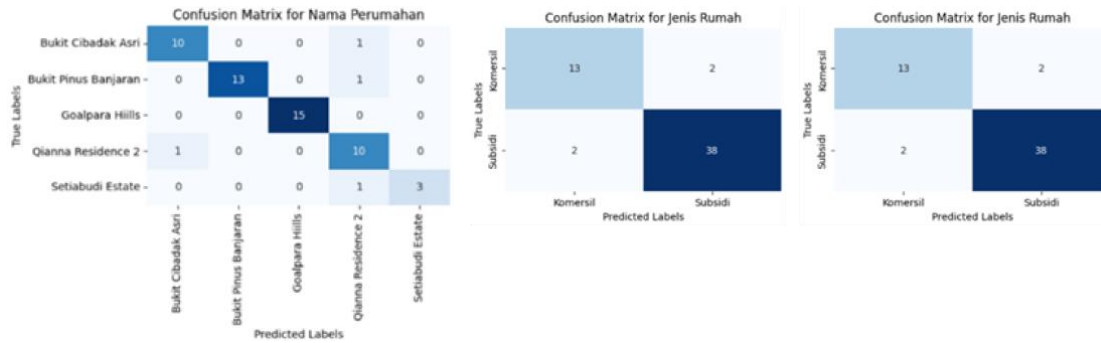
$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \tag{5}$$

- d. *F1-score* adalah evaluasi yang menggabungkan *precision* dan *recall* dengan membandingkan nilai rata-ratanya.

$$F1\ Score = \frac{2 \times Recall \times Presisi}{Recall + Presisi} \tag{6}$$

Dalam penelitian ini, berbagai metrik digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik model memprediksi nilai target pada data uji ( $y\_test$ ). Metrik yang digunakan meliputi akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Evaluasi dilakukan untuk setiap kolom *output* secara terpisah meliputi Nama Perumahan, Jenis Rumah, dan Tipe Rumah. Melakukan proses inialisasi dictionary untuk menyimpan nama kolom yang dievaluasi, serta beberapa daftar untuk menyimpan nilai metrik evaluasi (*accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*) untuk setiap keluaran model. Kemudian menghitung confusion matrix untuk setiap keluaran serta menghitung nilai metrik evaluasi yang terkait berdasarkan *true labels* dan *predicted labels* dari dataset *test*. Kemudian menampilkan *confusion matrix* untuk setiap keluaran yang dihasilkan oleh model dalam bentuk heatmap menggunakan *seaborn*.

Berikut hasil dari evaluasi *confusion matrix* untuk *output* nama perumahan, jenis rumah, dan tipe rumah:



Gambar 4. Hasil Evaluasi Confusion Matrix

Gambar 4 menampilkan confusion matrix untuk prediksi nama perumahan, jenis rumah, dan tipe rumah. Prediksi nama perumahan pada lima kelas, meliputi Bukit Cibadak Asri, Bukit Pinus Banjaran, Goalpara Hills, Qianna Residence 2, dan Setiabudi Estate. Baris menunjukkan label sebenarnya, sementara kolom menunjukkan prediksi model. Mayoritas prediksi sudah benar, namun ada beberapa kesalahan, seperti satu sampel Qianna Residence 2 yang salah diklasifikasikan sebagai Bukit Cibadak Asri dan Bukit Pinus Banjaran. Selanjutnya prediksi jenis rumah pada dua kelas, meliputi komersil dan subsidi. Dari 15 sampel rumah Komersil, 13 diklasifikasikan dengan benar sementara 2 salah sebagai Subsidi. Dari 40 sampel rumah Subsidi, 38 diklasifikasikan dengan benar dan 2 salah sebagai Komersil. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang baik dalam mengklasifikasikan jenis rumah, meskipun ada beberapa kesalahan minor dalam prediksi. Terakhir, prediksi tipe rumah pada tiga kelas, meliputi 30/60, 36/72, dan 45/84. Untuk tipe 36/72, 6 sampel benar, sementara 2 salah sebagai 30/60 dan 1 salah sebagai 45/84. Untuk tipe 45/84, 1 sampel benar, sementara 1 salah sebagai 30/60. Hasil ini menunjukkan bahwa model secara keseluruhan memiliki kinerja yang baik dalam mengklasifikasikan tipe rumah, meskipun ada beberapa kesalahan pada tipe 36/72 dan 45/84.

Tabel 6. Hasil Akurasi, Presisi, Recall, dan F1-Score

Output	Akurasi	Presisi	Recall	F1-Score
Nama Perumahan	92,73%	93,57%	92,73%	92,87%
Jenis Rumah	92,73%	92,73%	92,73%	92,73%
Tipe Rumah	92,73%	93,08%	92,73%	92,27%

Pada tabel 6 menunjukkan secara keseluruhan, model klasifikasi menunjukkan performa yang sangat baik untuk ketiga *output*: nama perumahan, jenis rumah, dan tipe rumah. Model ini mencapai akurasi, presisi, recall, dan F1-score yang konsisten sekitar 92-93%, menunjukkan kemampuannya dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan data dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Pencapaian ini menandakan bahwa model tersebut dapat diandalkan untuk merekomendasikan properti yang ada pada website setiabudi Land, memberikan hasil yang akurat dan konsisten. Performa yang stabil ini juga mencerminkan efisiensi dalam menangani variasi data yang ada, memperkuat kepercayaan pengguna terhadap prediksi yang dihasilkan.

### 3.3 Hasil Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas pada Virtual Tour bertujuan untuk memastikan semua fitur berfungsi dengan baik. Skenario pengujian dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Fungsionalitas Virtual Tour

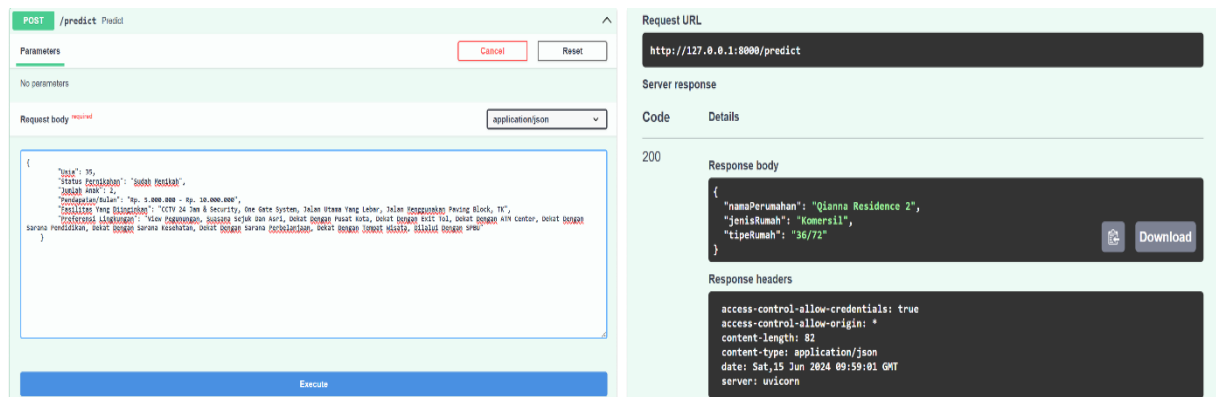
No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Klik tombol hotspot berbentuk pintu dan panah	Berpindah ke panorama selanjutnya	Berpindah ke panorama selanjutnya	Berhasil
2	Klik tombol sembunyikan hotspot	Hotspot pada gambar panorama tidak terlihat	Hotspot pada gambar panorama tidak terlihat	Berhasil
3	Klik tombol <i>fullscreen</i>	Menampilkan layar penuh	Menampilkan layar penuh	Berhasil
4	Klik ikon WA dan IG	Menampilkan WA dan IG perumahan	Menampilkan WA dan IG perumahan	Berhasil
5	Klik menu <i>House Info</i> pada <i>navigation bottom</i>	Halaman <i>House Info</i> terbuka dan menampilkan informasi perumahan	Halaman <i>House Info</i> terbuka dan menampilkan informasi perumahan	Berhasil
6	Mengakses menu <i>Panorama List</i> pada <i>navigation bottom</i>	Halaman <i>Panorama List</i> terbuka dan menampilkan <i>List panorama</i> dan <i>photo album</i>	Halaman <i>Panorama List</i> terbuka dan menampilkan <i>List panorama</i> dan <i>photo album</i>	Berhasil

7	Mengakses menu <i>Location</i> pada <i>navigation bottom</i>	Tab baru terbuka pada halaman <i>google maps</i> dan menampilkan titik lokasi perumahan	Tab baru terbuka pada halaman <i>google maps</i> dan menampilkan titik lokasi perumahan	Berhasil
8	Mengakses menu <i>Floorplan</i> pada <i>navigation bottom</i>	Menampilkan denah rumah	Menampilkan denah rumah	Berhasil
9	Mengakses tombol hotspot <i>floorplan</i>	Berpindah ke panorama yang dituju	Berpindah ke panorama yang dituju	Berhasil
10	Amati pergerakan panorma pada radar	Radar yang berwarna hijau aktif menyesuaikan pergerakan panorama	Radar yang berwarna hijau aktif menyesuaikan pergerakan panorama	Berhasil
11	Mengakses menu <i>Photoalbum</i> pada <i>navigation bottom</i>	Menampilkan foto-foto ruangan yang berada di dalam rumah	Menampilkan foto-foto ruangan yang berada di dalam rumah	Berhasil

Tabel 7 menunjukkan bahwa pengujian fungsionalitas pada setiap fitur berjalan lancar dan memberikan pengguna kesempatan untuk menjelajahi properti secara virtual dengan mudah, sehingga meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga mereka. Pengguna dapat dengan cepat mengakses informasi penting mengenai properti, seperti spesifikasi, lokasi, dan harga, tanpa perlu mengunjungi lokasi secara langsung. Selain itu, fitur-fitur tambahan yang ada di dalam *virtual tour*, seperti deskripsi terperinci memberikan pengalaman yang lebih komprehensif dan memuaskan. Hasil pengujian ini menandakan bahwa sistem sudah siap untuk digunakan oleh publik dan diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam proses pembelian dan penjualan properti. Dukungan teknologi ini juga memungkinkan *developer* Setiabudi Land untuk menawarkan layanan yang lebih baik dan responsif, meningkatkan kepuasan calon konsumen, dan meningkatkan strategi pemasaran.

### 3.4 Hasil Pengujian API dengan FastAPI

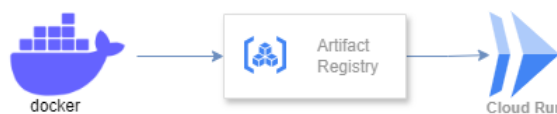
Sebelum memulai pengujian *API* melalui dokumentasi *FastApi*, server lokal laragon perlu dinyalakan terlebih dahulu, kemudian menjalankan server *uvicorn* pada terminal VS Code. Selanjutnya, membuka *browser* dan mengakses <http://127.0.0.1:8000/docs> untuk melihat dokumentasi otomatis yang dihasilkan oleh *FastAPI*.



Gambar 5. Pengujian API

Gambar 5 menunjukkan pengiriman permintaan *POST* ke *Endpoint* `/predict` pada halaman dokumentasi *FastAPI*. Data yang diinput meliputi usia, status pernikahan, jumlah anak, pendapatan per bulan, fasilitas yang diinginkan, dan preferensi lingkungan. Kemudian respon dari API berhasil diterima dan diproses oleh server. Data dikembalikan dalam format *JSON* dengan tipe data string meliputi *output* dari hasil prediksi rekomendasi nama perumahan, jenis rumah, dan tipe rumah.

### 3.5 Deployment Sistem Rekomendasi

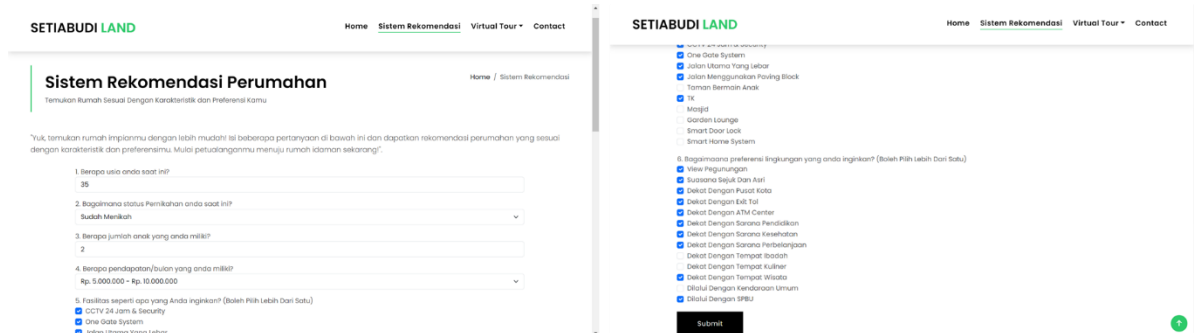


Gambar 6. Deploy API

Berikut Proses *Deployment API* menggunakan Google Cloud Platform:

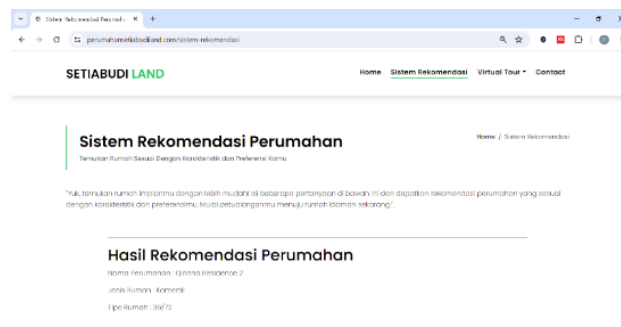
1. Membuat *Docker Image*: Aplikasi dikemas dalam sebuah *docker image*, yang mencakup semua dependensi dan konfigurasi yang diperlukan.
2. *Artifact Registry*: *Docker image* diupload ke *Artifact Registry* di *GCP* untuk penyimpanan yang aman dan terpusat.
3. *Cloud Run*: *Image* dari *Artifact Registry* digunakan untuk membuat layanan di *Cloud Run*, yang menjalankan aplikasi secara *serverless* dengan otomatisasi skala dan manajemen infrastruktur.
4. *Custom Domain*: Domain khusus diatur di *Cloud Run* untuk menyediakan *URL*.
5. *DNS Configuration*: Pengaturan *DNS* dilakukan di *Zone Editor* pada *CPanel*, dengan mengisi *Name*, *TTL*, *Type*, dan *Data* dari *GCP* untuk mengarahkan domain khusus ke layanan *Cloud Run*.

### 3.6 Hasil Implementasi Sistem Rekomendasi Pada Website



Gambar 7. Halaman Sistem Rekomendasi

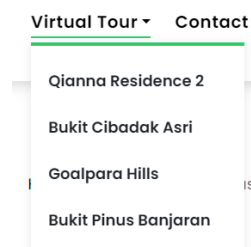
Gambar 7 merupakan halaman sistem rekomendasi, yang dimana pengguna dapat menjawab formulir sesuai dengan karakteristik dan preferensinya terkait usia, status pernikahan, jumlah anak, pendapatan per bulan, fasilitas yang diinginkan, dan preferensi lingkungan.



Gambar 8. Hasil Rekomendasi

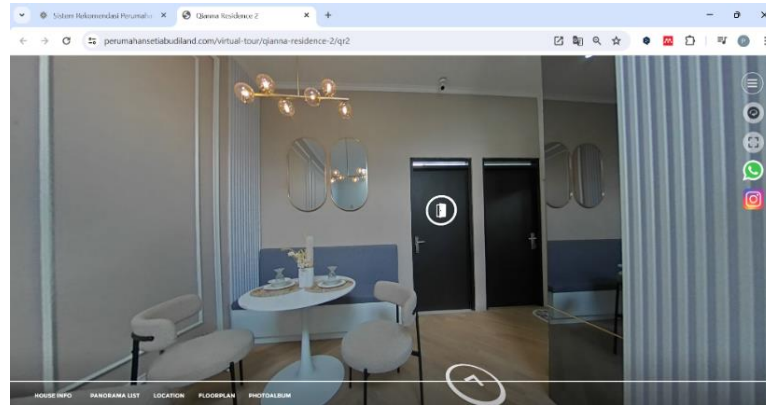
Pengguna yang telah mengisi dan mengirimkan formulir akan mendapatkan *output* berupa hasil rekomendasi yang mencakup nama perumahan, jenis rumah, dan tipe rumah yang sesuai dengan karakteristik dan preferensinya. Hal tersebut memudahkan pengguna dalam proses pengambilan keputusan membeli rumah.

### 3.7 Hasil Implementasi Virtual Tour Pada Website



Gambar 9. Dropdown Menu Virtual Tour

Gambar 9 merupakan *dropdown menu virtual tour* perumahan Qianna Residence 2, Bukit Cibadak Asri, Goalpara Hills, dan Bukit Pinus Banjaran. Pengguna dapat mengakses *virtual tour* dengan mengarahkan kursor ke menu *Virtual Tour* pada navigasi website dan mengkliknya untuk membuka *dropdown*. Di dalam *dropdown* ini, pengguna dapat memilih salah satu virtual tour perumahan yang tersedia. Setelah mengklik *virtual tour* yang terkait, halaman *virtual tour* perumahan yang dituju akan terbuka di *tab* baru, memungkinkan pengguna untuk melihat virtual tour dari perumahan yang dipilih.



Gambar 10. Tampilan Virtual Tour Qianna Residence 2

Gambar 10 menunjukkan antarmuka interaktif dari situs web untuk *virtual tour* Qianna Residence 2. Berikut adalah penjelasan rinci dari elemen-elemen yang ada pada tampilan tersebut:

1. Gambar Panorama 360°: Bagian tengah layar menunjukkan gambar panorama 360° dari bagian dalam properti beserta hotspot berbentuk pintu dan panah untuk berpindah ke panorama selanjutnya.
2. Ikon Interaktif: Di sisi kanan gambar panorama, terdapat beberapa ikon untuk navigasi dan interaksi, meliputi tombol untuk menyembunyikan hotspot, *fullscreen*, dan tombol navigasi untuk masuk ke WA dan IG perumahan.
3. *Navigation Bottom*: Di bagian bawah tampilan panorama, terdapat bar dengan beberapa opsi menu meliputi *House Info*, *Panorama List*, *Location*, *Floorplan*, dan *Photoalbum* yang dapat memberikan informasi tambahan.

Antarmuka tersebut dirancang untuk memberikan pengalaman yang interaktif dan informatif, memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi properti secara mendetail dengan berbagai fitur yang disediakan. Dengan *virtual tour* pengguna mendapatkan pengalaman yang unik, efisien, dan menarik dalam menjelajahi rumah secara *virtual* yang mendekati pengalaman nyata.

### 3.8 Hasil Pengujian Akhir

Tabel 8. Hasil Pengujian User Acceptance

Pernyataan	Penilaian					Skor					Jumlah
	SS	S	N	TS	STS	SS	S	N	TS	STS	
Pengisian formulir pada halaman sistem rekomendasi mudah dilakukan.	13	6	1	0	0	65	24	3	0	0	92
Sistem rekomendasi memberikan hasil rekomendasi yang sesuai dengan karakteristik dan preferensi anda.	7	9	4	0	0	35	36	12	0	0	83
Sistem rekomendasi memberikan solusi dalam memilih dan membeli rumah yang sesuai dengan kebutuhan.	10	9	1	0	0	50	36	3	0	0	89
Fitur <i>virtual tour</i> memberikan pengalaman yang realistis, unik, efisien, dan menarik dalam menjelajahi rumah.	11	7	2	0	0	55	28	6	0	0	89
Simbol-simbol gambar pada <i>virtual tour</i> mudah dipahami	10	9	1	0	0	50	36	3	0	0	89
Fitur interaktif dalam <i>virtual tour</i> dapat diakses dengan mudah dan memberikan informasi yang lengkap.	11	8	1	0	0	55	32	3	0	0	90

Tabel 8 menampilkan penilaian dari 20 responden terhadap enam pernyataan mengenai sistem rekomendasi dan fitur *virtual tour* yang ada pada website Setiabudi Land, dengan kategori penilaian SS (Sangat Setuju), S (Setuju), N (Netral), TS (Tidak Setuju), dan STS (Sangat Tidak Setuju).

Berikut rincian hasil perhitungan dari pengujian dengan *user acceptance*:

- a. Jumlah total skor yang diobservasi  
 Skor total yang diobservasi = 92 + 83 + 89 + 89 + 89 + 90 = 532
- b. Jumlah total skor yang diharapkan  
 Total responden dengan maksimum poin bobot penilaian:  
 20 responden × 5 poin = 100  
 Skor total maksimum untuk 6 pernyataan:

$$100 \times 6 \text{ pernyataan} = 600$$

c. Perhitungan user acceptance:

$$\frac{532}{600} \times 100\% = 88,66\%$$

Persentase tersebut menunjukkan tingkat penerimaan pengguna adalah sekitar 88.66%. Ini berarti bahwa sistem yang dievaluasi memiliki tingkat penerimaan yang cukup tinggi berdasarkan skor yang diobservasi dibandingkan dengan skor yang diharapkan.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem rekomendasi berbasis *Content Based Filtering* menggunakan model klasifikasi *Random Forest* serta fitur *Virtual Tour 360°* pada website Setiabudi Land. Implementasi *Content Based Filtering* dengan model klasifikasi *Random Forest* menunjukkan performa yang sangat baik, dengan akurasi, presisi, recall, dan F1-score sekitar 92-93% untuk rekomendasi nama perumahan, jenis rumah, dan tipe rumah, membuktikan bahwa sistem ini mampu memberikan rekomendasi yang relevan dan sesuai dengan preferensi calon konsumen. Selain itu, fitur *Virtual Tour 360°* yang diimplementasikan memberikan pengalaman interaktif yang lebih mendalam bagi calon pembeli. Pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa fitur ini berfungsi dengan baik dan memudahkan pengguna untuk menjelajahi properti secara virtual, sehingga meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga. Hasil *User Acceptance Test (UAT)* menunjukkan tingkat penerimaan pengguna sebesar 88.66%, mengindikasikan bahwa pengguna merasa sistem ini bermanfaat dan sesuai dengan harapan mereka, serta menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap fitur yang disediakan untuk membantu dalam proses pemilihan dan pembelian rumah. Penelitian ini dapat meningkatkan strategi pemasaran *developer* Setiabudi Land melalui teknologi inovatif yang dapat menarik lebih banyak calon pembeli. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan dan diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut. Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya diantaranya adalah melakukan perbandingan dengan metode pendekatan sistem rekomendasi seperti *Collaborative Filtering* atau *Hybrid Filtering* untuk melihat kinerja dan efektivitasnya, serta mempertimbangkan penambahan fitur interaktif lainnya pada *Virtual Tour* untuk meningkatkan pengalaman pengguna.

#### REFERENCES

- [1] L. I. Fitrotunnisa and I. H. Al Amin, "Implementasi Metode SAW Dan TOPSIS Dalam Pemilihan Rumah Hunian Di Wilayah Semarang Barat," *Jurnal TEKNO KOMPAK*, vol. 15, no. 2, pp. 50–62, 2021, Accessed: Mar. 18, 2024. [Online]. Available: <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknokompak/article/view/1173/660>
- [2] R. K. Sari, M. Sari, and R. N. Syari'ati, "Statistik Perumahan dan Permukiman 2022," [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Accessed: Mar. 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/08/31/8ff8b16e0646ae0e43a9925b/statistik-perumahan-dan-permukiman-2022.html>
- [3] N. M. Pratiwi, M. I. Syarif, and Syahrir, "Rancang Bangun Virtual Reality Untuk Media Pemasaran Perumahan (Studi Kasus: Perumahan PT. Butta Gowa Propertindo)," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, Oct. 2020.
- [4] M. Fajriansyah, P. P. Adikara, and A. W. Widodo, "Sistem Rekomendasi Film Menggunakan Content Based Filtering," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 6, pp. 2188–2199, May 2021, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [5] R. Oktavian and F. Amin, "Perancangan Sistem Rekomendasi Laptop dengan Model Prototyping dan Penerapan Content-Based Filtering Approach pada ELS Computer Shop Semarang," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 66–80, Dec. 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i1.3490.
- [6] T. S. Dewi, V. R. Setyowati, and L. Lazuardi, "Virtual Reality Tour Sebagai Media Promosi Dan Pembelajaran Alur Pelayanan Rumah Sakit," *Journal of Information Systems for Public Health*, vol. 8, no. 1, pp. 21–31, Apr. 2023.
- [7] D. A. P. D. Pramesti and I. W. Santiyasa, "Penerapan Metode Content-Based Filtering dalam Sistem Rekomendasi Video Game," *JNATIA*, vol. 1, no. 1, Nov. 2022.
- [8] S. A. Gunarto, E. S. Honggara, and D. D. Purwanto, "Website Sistem Rekomendasi dengan Content Based Filtering pada Produk Perawatan Kulit," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JustIN)*, vol. 11, no. 3, pp. 2460–3562, Jul. 2023, doi: 10.26418/justin.v11i3.59049.
- [9] M. Iqbal, B. A. S. Aji, and F. Z. Rahmanti, "Implementasi Sistem Rekomendasi Tipe Rumah Menggunakan Metode Naïve Bayes," *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 7, no. 4, pp. 562–569, 2023, doi: 10.35870/jti.
- [10] A. F. Dianta, Z. M. E. Darmawan, Z. F. Akbar, and K. Fathoni, "Pengembangan Aplikasi Virtual Tour Sebagai Media Pengenalan Lingkungan Kampus PENS Berbasis Website," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 7, no. 1, pp. 23–30, Jul. 2021.
- [11] A. R. Yusmita, H. Anra, and H. Novriando, "Sistem Informasi Pelatihan pada Kantor Unit Pelaksana Teknis Latihan Kerja Industri (UPT LKI) Provinsi Kalimantan Barat," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (Justin)*, vol. 8, no. 2, pp. 2460–3562, Apr. 2020, doi: 10.26418/justin.v8i2.36797.
- [12] Kamdan, I. L. Kharisma, G. P. Insany, and Paikun, "Research Topic Modeling in Informatics Engineering Study Program at Nusa Putra University using LDA method," *International Journal of Engineering and Applied Technology (IJEAT)*,



- vol. 5, no. 2, pp. 24–35, Nov. 2022, Accessed: May 18, 2024. [Online]. Available: <https://inter-journal.nusaputra.ac.id/IJEAT/article/view/76>
- [13] C. Herdian, A. Kamila, and I. G. A. M. Budidarma, “Studi Kasus Feature Engineering Untuk Data Teks: Perbandingan Label Encoding dan One-Hot Encoding Pada Metode Linear Regresi,” *Technologia : Jurnal Ilmiah*, vol. 15, no. 1, pp. 93–108, Jan. 2024, doi: 10.31602/tji.v15i1.13457.
- [14] Hartatik, M. E. Koibur, G. P. Insany, H. E. Manurung, and E. Karmana, *Sains Data Strategi, Teknik, dan Model Analisa Data*. Bandung: Kaizen Media Publishing, 2023.
- [15] A. C. Wijaya, I. G. A. Wibawa, and I. D. M. B. A. Darmawan, “Pengembangan Restful API Untuk Model Machine Learning Indoor-Outdoor Dalam Aplikasi Peminjaman Ruang,” vol. 1, no. 1, pp. 19–26, Nov. 2022.
- [16] “CORS (Cross-Origin Resource Sharing),” [fastapi.tiangolo.com](https://fastapi.tiangolo.com/tutorial/cors/). Accessed: May 21, 2024. [Online]. Available: <https://fastapi.tiangolo.com/tutorial/cors/>
- [17] “</> htmx - high power tools for html,” [htmx.org](https://htmx.org/). Accessed: May 21, 2024. [Online]. Available: <https://htmx.org/>
- [18] I. Barokah and Asriyanik, “Analisis Perbandingan Serverless Computing Pada Google Cloud Platform,” *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 169–187, Sep. 2021, doi: 10.37012/jtik.v7i2.662.
- [19] A. Sujjada, Somantri, J. N. Novianti, and I. G. T. Isa, “Analisis Sentimen Terhadap Review Bank Digital Pada Google Play Store Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM),” *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 9, no. 2, pp. 122–135, Aug. 2023, [Online]. Available: <https://rekayasa.nusaputra.ac.id/index>
- [20] A. Sujjada, Somantri, A. R. Ramdani, K. Kibtiyah, M. P. Utami, and M. R. Nullah, “Prediksi Nilai Ujian Sekolah Siswa SMK Plus Padjadjaran Berbasis Web Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation,” *Jurnal Informasi dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 151–158, Jul. 2023, doi: 10.37034/jidt.v5i1.370.
- [21] M. A. Chamida, A. Susanto, and A. Latubessy, “Analisa User Acceptance Testing Terhadap Sistem Informasi Pengelolaan Bedah Rumah Di Dinas Perumahan Rakyat Dan Kawasan Permukiman Kabupaten Jepara,” *Indonesian Journal of Technology, Informatics and Science (IJTIS)*, vol. 3, no. 1, pp. 36–41, Dec. 2021, doi: 10.24176/ijtis.v3i1.7531.