

PPSTI LAINNYA

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN HUNIAN
IDEAL MENGGUNAKAN METODE AHP-SMARTER (STUDI
KASUS BLP PROPERTY)**

PROPOSAL



Oleh:

Masfi Ulil Affandi

20081010020

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2024

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**Judul : SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN HUNIAN
IDEAL MENGGUNAKAN METODE AHP-SMARTER (STUDI
KASUS BLP PROPERTY)**

Oleh : MASFI ULIL AFFANDI

NPM : 20081010020

Hari Selasa, Tanggal 13 Februari 2024

Mengetahui

Dosen Pembimbing

1.

Yisti Vita Via, S.ST. M.Kom.

NIP : 19860425 2021212 001

2.

Firza Prima Aditiawan, S.Kom., MTI

NIP : 19860523 2021211 003

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	3
DAFTAR TABEL.....	5
DAFTAR GAMBAR	6
BAB I PENDAHULUAN	7
1.1 Latar Belakang.....	7
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan.....	8
1.4 Manfaat.....	9
1.5 Batasan Masalah.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Penelitian Terdahulu	10
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Sistem Pendukung Keputusan	11
2.2.2 Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)	11
2.2.3 Metode Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Ranks (SMARTER)	13
BAB III METODOLOGI.....	15
3.1 Studi Literatur.....	15
3.2 Analisa Kebutuhan.....	15
3.3 Perancangan Sistem.....	15
3.3.1 Struktur Hirarki.....	17
3.3.2 Perancangan UML	17
3.3.3 Perancangan Database	24
3.3.4 Perancangan Mockup Antar Muka	25

3.4 Perhitungan AHP-SMARTER	28
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <i>Random Consistency</i> (RC)	13
Tabel 3.1 Kriteria rumah	15
Tabel 3. 2 Rating dan nilai pada kriteria harga	29
Tabel 3. 3 Rating dan nilai pada jumlah kamar.....	29
Tabel 3. 4 Rating dan nilai pada jumlah kamar mandi.....	30
Tabel 3. 5 Rating dan nilai pada jumlah lantai.....	30
Tabel 3. 6 Rating dan nilai pada luas tanah.....	30
Tabel 3. 7 Rating dan nilai pada luas bangunan	30
Tabel 3. 8 Rating dan nilai pada fasilitas	30
Tabel 3. 9 Rating dan nilai pada fasilitas umum	30
Tabel 3. 10 Rating dan nilai pada lokasi	31
Tabel 3. 11 Rating dan nilai pada desain.....	31
Tabel 3. 12 Skala kepentingan	31
Tabel 3. 13 Kode Kriteria.....	32
Tabel 3. 14 Matriks perbandingan berpasangan.....	33
Tabel 3. 15 Normalisasi nilai elemen kriteria	34
Tabel 3. 16 Matriks rata-rata normalisasi konsistensi kriteria	35
Tabel 3. 17 Matriks penjumlahan dari nilai prioritas	36
Tabel 3. 18 Jumlah elemen per baris dengan prioritas	37
Tabel 3. 19 Preferensi bobot kriteria	37
Tabel 3. 20 Kriteria bobot dan poin	38
Tabel 3. 21 Hasil perhitungan SMARTER.....	42
Tabel 3. 22 Perhitungan alternatif	43
Tabel 3. 23 Hasil SPK AHP-SMARTER	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart metode AHP-SMARTER	16
Gambar 3.2 Struktur hirarki	17
Gambar 3.3 Use case diagram user	18
Gambar 3.4 Use case diagram Admin.....	18
Gambar 3.5 Activity diagram login.....	19
Gambar 3.6 Activity diagram user menu utama.....	20
Gambar 3.7 Activity diagram user melihat tentang Perusahaan	20
Gambar 3.8 Activity diagram user melakukan SPK	21
Gambar 3.9 Activity diagram admin tambah data	21
Gambar 3.10 Activity diagram admin mengedit data	22
Gambar 3.11 Activity diagram admin melihat data rumah	22
Gambar 3.12 Activity diagram admin menghapus data	23
Gambar 3. 13 Flowchart admin.....	23
Gambar 3. 14 Flow diagram user	24
Gambar 3.15 <i>Conceptual Data Model</i> (CDM)	24
Gambar 3.16 <i>Pyshical Data Model</i> (PDM).....	25
Gambar 3.17 Mockup login admin	26
Gambar 3.18 Mockup dashboard admin	26
Gambar 3.19 Mockup data rumah admin.....	27
Gambar 3.20 Mockup home user	27
Gambar 3.21 Mockup proyek	28

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

BLP Property adalah perusahaan yang bergerak di bidang properti dan telah membangun kawasan perumahan mandiri yang menjadi ikon Gresik sejak berdiri pada tahun 1981. Kawasan perumahan yang dilengkapi dengan fasilitas publik telah dibangun oleh BLP Property. Dimana memiliki visi untuk memberikan pengalaman terbaik bagi calon pembeli hunian dengan berbagai kebutuhan dan kepentingan yang diinginkan, hal ini membuat BLP Property mendapatkan kepercayaan selama hampir 40 tahun. Demi meningkatkan kepuasan pelayanan dan meningkatkan kepercayaan calon pembeli dalam membeli hunian. Solusi yang diberikan adalah dengan mengembangkan website profil yang menarik dan informatif, sehingga membantu dalam pemilihan rumah yang ideal bagi para calon pembeli. Profil perusahaan sangat penting untuk menunjukkan profesionalisme dan mengangkat citra positif perusahaan (Y. Ningsih & E. Oemar, 2021). Dikarenakan zaman yang serba digital sekarang calon pembeli tidak hanya melihat secara langsung datang ke kantor, melainkan bisa melihat melalui website profil perusahaan untuk mencari tahu tentang perusahaan apakah terpercaya atau tidak. Meningkatkan rasa kepercayaan calon pembeli terhadap developer rumah adalah dengan melihat proyek apa saja yang telah berhasil dikerjakan dan yang berjalan. Oleh sebab itu, dibuatlah web profil perusahaan yang mencakup banyak informasi didalamnya.

Sistem pendukung keputusan pemilihan hunian ideal yang cocok dengan kriteria pembeli menjadi fitur unggulan utama yang nantinya konsumen bisa melihat dan memilih hunian apa yang sesuai dengan kebutuhan dan anggaran. Sistem Pendukung Keputusan adalah sebuah sistem informasi yang dimaksudkan untuk membantu, mendukung, atau mendukung proses pengambilan keputusan (Nisa et al., 2021). Sistem Pendukung Keputusan digunakan untuk menghitung bobot dan kriteria yang mendukung untuk pengambilan keputusan seperti harga, jumlah kamar, luas bangunan, fasilitas, dan lain sebagainya.

Metode yang bisa digunakan untuk sistem pengambilan keputusan ini, pada penelitian ini digunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Ranks* (SMARTER). Algoritma AHP adalah teknik pengambilan keputusan otomatis (Anagora et al., 2020). Pada studi kasus ini digunakan untuk menentukan alternatif dari kriteria yang diinginkan oleh calon pembeli. Metode SMARTER adalah metode pengembangan atau modifikasi dari metode SMART. Pada penelitian sebelumnya oleh Astari et al. (2020) Metode SMART hanya memiliki keakurasian sebesar 42.8%, tingkat akurasi ini tergolong rendah dikatakan pada penelitiannya metode ini menggunakan perhitungan yang sederhana. Maka dari itu penulis menggunakan metode pengotimasian yakni dengan metode SMARTER.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya dapat memberikan beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana cara untuk merancang sistem pendukung keputusan berbasis website dengan membandingkan berbagai macam rumah sesuai dengan kriteria yang diinginkan?
2. Bagaimana menerapkan metode AHP-SMARTER yang ada pada sistem pendukung keputusan?
3. Seberapa besar tingkat akurasi kevalidan sistem pendukung keputusan dari penggunaan dan penerapan metode AHP-SMARTER?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya dapat memberikan tujuan penelitian skripsi ini, yaitu:

1. Membuat website sistem pendukung Keputusan dengan metode AHP-SMARTER.
2. Membangun sistem pendukung keputusan untuk menyeleksi hunian yang ideal untuk calon pembeli.

3. Menguji tingkat kevalidan sistem pendukung keputusan dari metode yang digunakan.

1.4 Manfaat

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya dapat memberikan manfaat pada penelitian skripsi ini, yaitu:

1. Bagi penulis bermanfaat sebagai syarat akhir untuk lulus sebagai sarjana.
2. Bagi mahasiswa bermanfaat sebagai pengalaman dalam membuat sistem website untuk kedepannya menjadi yang lebih baik.
3. Bagi tempat studi kasus memberikan pengalaman yang baik kepada konsumen dengan mempertimbangkan kriteria yang diinginkan konsumen.

1.5 Batasan Masalah

1. Sistem pendukung keputusan berfokus untuk menyeleksi hunian yang cocok untuk konsumen.
2. Kriteria yang digunakan Harga, jumlah kamar, jumlah lantai, fasilitas rumah, halaman, type rumah, luas bangunan, luas tanah, kluster, fasilitas umum.
3. Pembuatan website ini menggunakan bahasa PHP dengan framework laravel dan menggunakan MYSQL.
4. Tidak membahas masalah keamanan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas penelitian sebelumnya yang relevan dan teori ilmiah yang mendukung tugas akhir ini. Teori-teori ini mencakup sistem pendukung keputusan, metode SMARTER, dan Analytical Hierarchy Process (AHP). Serta beberapa teori pendukung yang akan menjadi acuan pada penelitian ini yang berjudul “ Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Hunian Ideal Menggunakan Metode AHP-SMARTER”.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya mendukung dan menjadi acuan untuk penelitian ini, di antaranya:

1. Penelitian Astari et al. (2020)

Pada penelitian sebelumnya pada jurnal ini berbicara tentang perbandingan metode Profile Matching dan metode SMART untuk seleksi asisten laboratorium di UPN "Veteran" Yogyakarta. Dalam jurnal ini, Sri Rahayu Astari, Rusydi Umar, dan Sunardi menggunakan data peserta seleksi tahun 2019 berdasarkan dua belas kriteria yang dibagi menjadi empat kategori: administrasi, kompetensi, microteaching, dan wawancara. Hasil jurnal ini menunjukkan bahwa profil matching lebih baik dalam mengukur kesesuaian antara profil peserta dengan kriteria yang dibutuhkan, dengan nilai akurasi 100% dan nilai SMART hanya 42,8%. Oleh karena itu, jurnal ini menyimpulkan bahwa, karena profil matching lebih konsisten dan objektif dalam menghasilkan nilai dan ranking, metode ini adalah yang paling tepat untuk digunakan dalam seleksi asisten laboratorium.

2. Penelitian Fadli et al. (2022)

Jurnal ini menjadi acuan pada penelitian ini. Jurnal ini membahas implementasi metode Analytical Hierarchy Process (AHP)-SMARTER dalam sistem pendukung keputusan untuk memberikan sanksi kepada siswa yang melanggar disiplin di SMK-IT Generasi Muslim Cendikia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem yang dapat menganalisis setiap kriteria dan sub-kriteria yang telah ditetapkan oleh sekolah. Metode Analytical Hierarchy

Process (AHP) digunakan untuk menentukan bobot kriteria, dan metode SMARTER digunakan untuk melakukan perangkingan sanksi alternatif. Sistem yang dibangun dapat membantu dalam pengolahan data yang berkaitan dengan pelanggaran tata tertib di sekolah. Penelitian ini menghasilkan sistem yang dapat memberikan sanksi berdasarkan tingkat pelanggaran siswa.

3. Penelitian Widyasari dan Yuwono (2019)

Jurnal penelitian ini bertujuan untuk membantu konsumen dalam memilih rumah sesuai dengan kriteria seperti harga, lokasi, fasilitas, luas tanah, dan desain dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Data rumah, data kriteria, data penilaian, dan data nilai penilaian yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini juga menguji konsistensi matriks perbandingan berpasangan dan menentukan bobot dan prioritas masing-masing kriteria. Selain itu, penelitian ini melakukan perangkingan rumah berdasarkan nilai bobot tertinggi secara keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, dengan nilai total 2,845647193, Perumahan Grand Zam Zam Cepu Tipe 38/78 adalah rumah yang paling disarankan. Selain itu, penelitian ini menerapkan sistem pendukung keputusan melalui aplikasi berbasis web yang dapat diakses oleh pelanggan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan (SPK) adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer, yang mencakup sistem berbasis pengetahuan atau manajemen pengetahuan yang membantu perusahaan atau organisasi membuat keputusan (Suhendri et al., 2022). Sistem Pendukung Keputusan (SPK) membantu pengambil keputusan dengan memberi mereka informasi yang relevan dari data yang telah diolah yang diperlukan untuk membuat keputusan tentang suatu masalah dengan lebih cepat dan akurat (Suhendri et al., 2022).

2.2.2 Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah model pendukung keputusan yang menguraikan masalah yang kompleks dengan banyak faktor atau kriteria menjadi suatu hirarki (Sukmawan, 2019). Metode Analytical Hierarchy Process (AHP), yang

disempurnakan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an, telah diteliti dan dikembangkan lebih lanjut hingga sekarang dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang kompleks (Hidayat & Darussalam, 2022). Menurut jurnal acuan (Sofiansyah Fadli, Maulana Ashari, Hasyim Asyari, 2022) Langkah-langkah dalam menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk memecahkan suatu masalah adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi masalah dalam menentukan solusi yang diinginkan.
2. Menentukan prioritas elemen.
3. *Synthesis*
 - a. Jumlahkan nilai setiap kolom dalam matrik K.
 - b. Membagi setiap dari kolom dengan total nilai kolom yang sesuai untuk mendapatkan matrik yang dinormalisasi.
 - c. Jumlahkan nilai dari setiap baris dan bagi dengan jumlah elemen untuk mendapatkan bobot prioritas nilai.
4. Mengukur Konsistensi

Hal-hal yang dilakukan dalam langkah langkah ini adalah:

- a. Setiap nilai pada kolom pertama akan dikalikan dengan bobot prioritas elemen pertama, kemudian setiap nilai pada kolom kedua akan dikalikan dengan bobot prioritas elemen kedua dan seterusnya.
- b. Jumlahkan setiap baris ($\sum Row$)
- c. Hasil penjumlahan baris dibagi dengan elemen prioritas yang bersangkutan, sehingga didapatkan Lamda.

$$\lambda = \frac{\sum Row}{Priority} \quad (2.1)$$

- d. SumLamda (λ) dan hasilnya dibagi dengan jumlah elemen yang ada, hasilnya disebut λ maks.

$$\lambda_{maks} = \frac{(\sum \lambda)}{n} \quad (2.2)$$

- e. Hitung *Consistency Index* (CI) dengan rumus:

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n - 1} \quad (2.3)$$

- f. Bandingkan Ratio Consistency (CR) dengan rumus:

$$CR = CI/RC \quad (2.4)$$

Tabel 2.1 Nilai *Random Consistency* (RC)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rin	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

g. Memeriksa konsistensi hirarki.

2.2.3 Metode Simple Multi Atribute Rating Technique Exploiting Ranks (SMARTER)

Simple Multi Atribute Rating Technique Exploiting Ranks adalah metode optimalisasi atau modifikasi dari metode SMART. SMARTER adalah teknik pengambilan keputusan multi kriteria berdasarkan teori itu setiap alternatif terdiri dari sejumlah kriteria yang dimiliki nilainya dan setiap kriteria mempunyai bobot yang menggambarkan pentingnya jika dibandingkan dengan kriteria lainnya (Fadli et al. 2022).

Model yang digunakan di SMART ditujukan dalam persamaan:

$$U(ai) = \sum_{j=1}^k W_j U_i(ai) \quad (2.5)$$

Informasi :

W_j = Nilai bobot kriteria ke-j dari kriteria ke-k

$U(ai)$ = Nilai utilitas dari kriteria ke-I untuk kriteria ke-I

Dimana $I = 1, 2, 3, \dots, m$

Langkah- langkah pengerjaan metode SMARTER sebagai berikut ini:

- Menentukan jumlah pada kriteria untuk keputusan yang akan diambil.
- Mentukan bobot pada kriteria dengan interval 1-100 pada setiap kriteria dengan prioritas yang paling penting.

- c. Menghitung normalisasi untuk setiap kriteria bersama dengan jumlah bobot kriteria menggunakan rumus berikut:

$$NJW = \frac{W_j}{\sum_{n=1}^k W_n} \quad (2.6)$$

Informasi :

NW_j = Normalization of J-th criterion weights.

W_j = J-th criterion weight.

K = Numbering of criteria.

W_n = The weight of the N-th criterion.

- d. Memberikan nilai bobot kriteria k-j
- e. Menghitung nilai akhir kriteria untuk setiap alternatif
- f. Menghitung nilai akhir dan melakukan pemeringkatan menggunakan metode SMARTER.

BAB III

METODOLOGI

Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah dan metode yang digunakan dalam penelitian, dengan penjelasan komprehensif untuk setiap langkah.

3.1 Studi Literatur

Melakukan literasi berbagai macam informasi perbandingan penelitian-penelitian terdahulu dengan mengambil dari jurnal penelitian untuk membandingkan akurasi, efisien, dan kecepatan yang berkaitan dalam judul penelitian. Pada proses pengumpulan data yang didapat meliputi type rumah dan detail spesifikasinya.

3.2 Analisa Kebutuhan

Analisa ini dibutuhkan untuk menentukan rekomendasi rumah yang ideal sesuai dengan keinginan dari pembeli. Data-data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data yang didapatkan dari BLP Property, seperti nama type rumah, data nilai rumah, dan macam – macam kriteria yang digunakan nantinya sebagai sistem pendukung keputusan. Data pada pembobotan kriteria yang didapat berasal dari beberapa pihak yang akan membeli rumah di BLP Property.

3.3 Perancangan Sistem

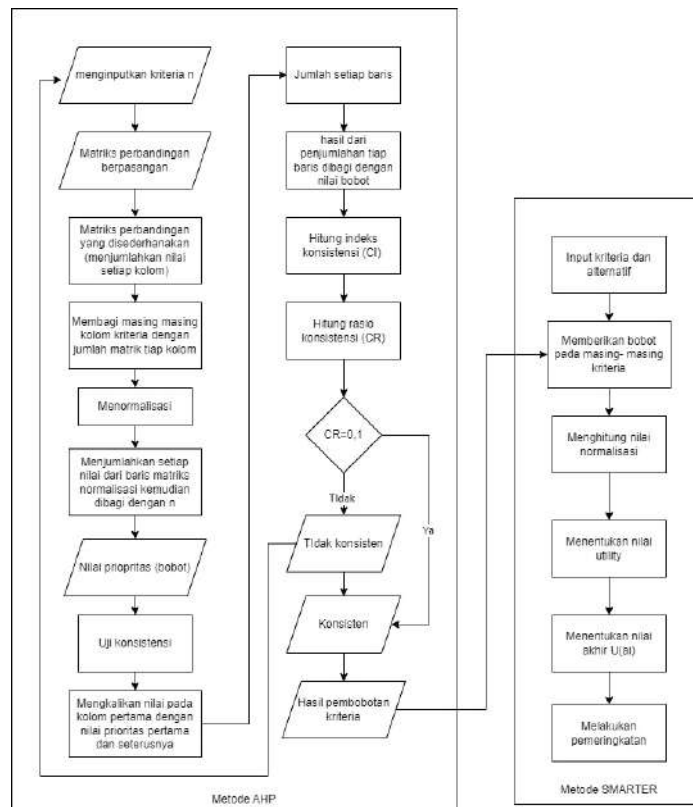
Pada tahapan rancangan sistem ini dilakukan pengumpulan data. Data-data yang telah diperoleh seperti data perumahan yang diambil dari developer BLP Property, kemudian data pembobotan kriteria berdasarkan keinginan dari calon pembeli rumah di BLP Property. Berikut tabel kriteria yang akan digunakan pada tugas akhir ini:

Tabel 3.1 Kriteria rumah

No	Nama Kriteria
1	Harga
2	Jumlah kamar
3	Jumlah kamar mandi

4	Jumlah lantai
5	Luas bangunan
6	Luas tanah
7	Lokasi
8	Desain
9	Fasilitas
10	Fasilitas umum

Secara garis besar langkah-langkah yang digunakan pada sistem pendukung keputusan dengan menggunakan metode AHP-SMARTER pada tugas akhir ini digambarkan pada gambar 3.2 sebagai berikut:



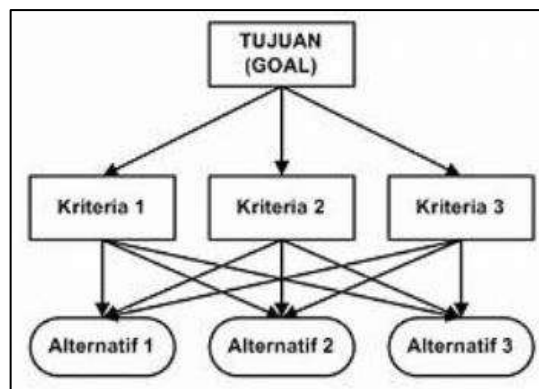
Gambar 3.1 Flowchart metode AHP-SMARTER

Gambar 3.1 menjelaskan bagaimana alur dari metode AHP-SMARTER. Pada tahapan AHP sendiri mulai dari mulai dari penginputan kriteria hingga mendapatkan hasil pembobotan kriteria. Setelah mendapatkan hasil pembobotan

kriteria dari metode AHP, dilakukan perhitungan nilai normalisasi, kemudian menentukan nilai utility, sampai menentukan nilai akhir dari metode SMARTER.

3.3.1 Struktur Hirarki

Tahapan ini digunakan untuk mendefinisikan masalah mulai dari yang umum hingga khusus. Hirarki adalah representasi dari masalah yang kompleks dalam struktur multi-level, dengan tujuan atau sasaran sebagai level pertama, diikuti oleh faktor, kriteria, subkriteria, dan seterusnya hingga level alternatif.(Widyassari & Yuwono, 2019)



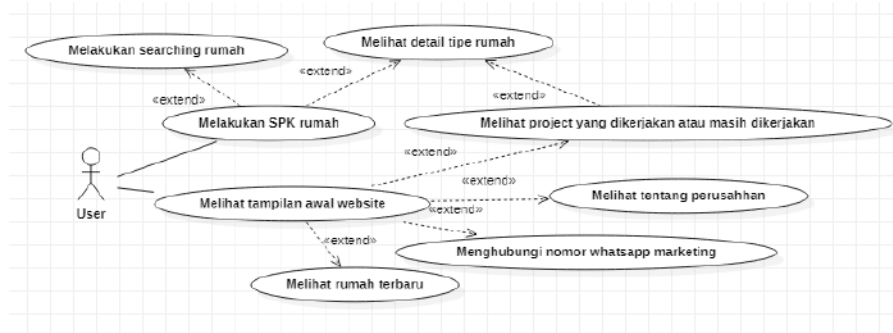
Gambar 3.2 Struktur hirarki

3.3.2 Perancangan UML

Perancangan UML yang dilakukan pada tugas akhir ini yaitu dengan use case diagram, activity diagram, sequence diagram sebagai berikut:

1. Use case diagram

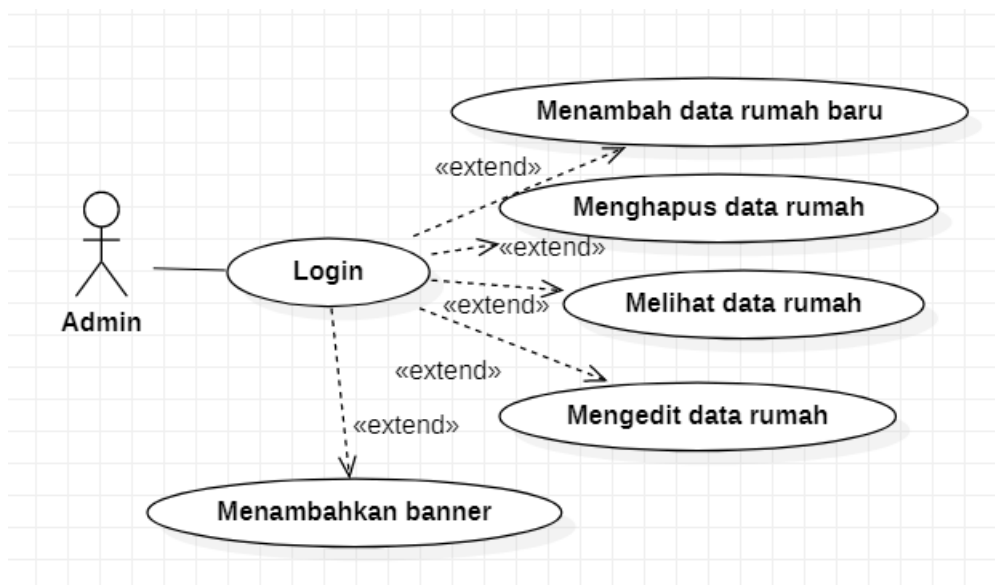
Perancangan untuk use case diagram dilakukan 2 aktor yaitu user dan admin. User tanpa login sudah dapat menggunakan fitur sistem pendukung keputusan rumah ideal.



Gambar 3.3 Use case diagram user

Pada gambar 3.3 diatas dimana memiliki 6 akses fitur yang dapat dilakukan. Berikut adalah beberapa fitur yang dapat diakses oleh user:

- Melihat tampilan halaman utama website.
- Melakukan searching type rumah.
- Melihat detail rumah.
- Melakukan pemilihan untuk sistem pendukung keputusan.
- Melihat project yang sedang atau yang sudah dikerjakan.
- Melihat tentang perusahaan/ *about*.
- Melihat kontak terkait.
- Melihat rumah baru atau yang akan di *launching*.



Gambar 3.4 Use case diagram Admin

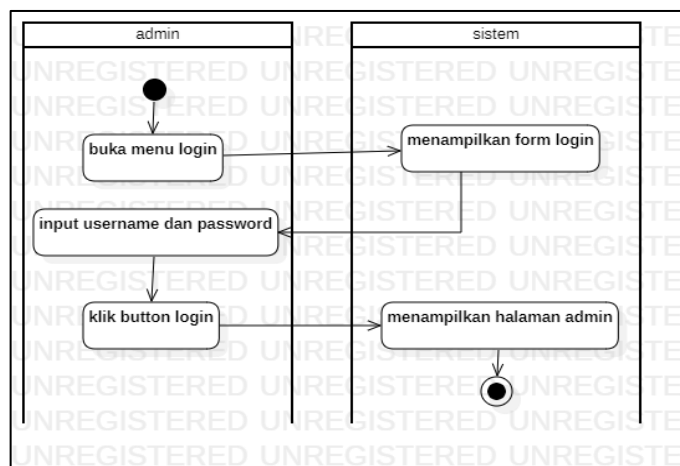
Pada gambar 3.4 diatas dimana memiliki 5 akses fitur yang dapat dilakukan. Berikut adalah beberapa fitur yang dapat diakses oleh user:

- a. Menambahkan data rumah baru.
- b. Menghapus data rumah.
- c. Melihat data rumah
- d. Mengedit data rumah
- e. Menambahkan banner.

2. Activity diagram

Perancangan activity diagram ini akan dibagi juga menjadi beberapa bagian sesuai dengan use case diagram yang telah dibuat. Berikut adalah perancangan activity diagram:

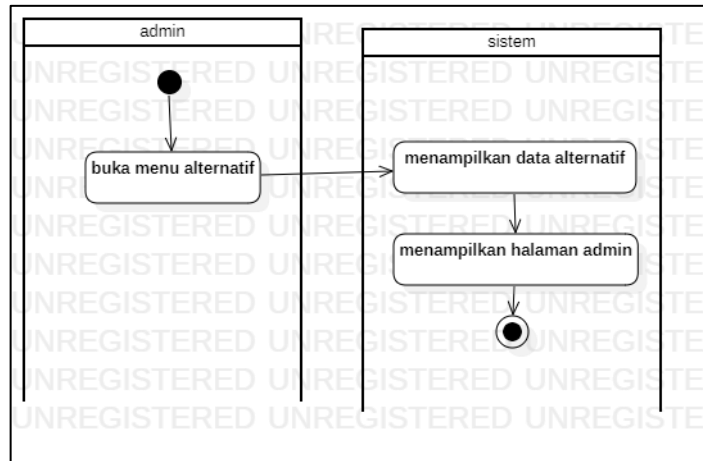
a. Activity diagram login admin



Gambar 3.5 Activity diagram login

Pada gambar 3.5 diatas menunjukkan bagaimana mengakses login pada bagian sistem. Admin membuka menu login dan memasukkan username dan password untuk masuk kedalam halaman admin.

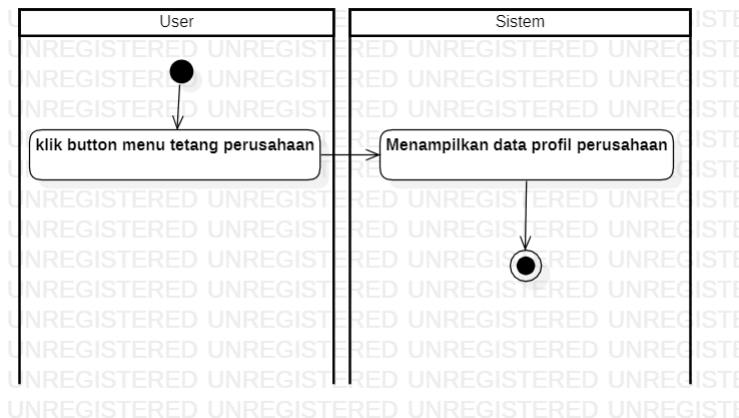
b. Activity diagram user melihat halaman utama



Gambar 3.6 Activity diagram user menu utama

Pada gambar 3.6 diatas menunjukkan bagaimana user dapat melihat halaman utama dan melihat apasaja yang ada di tampilan utama.

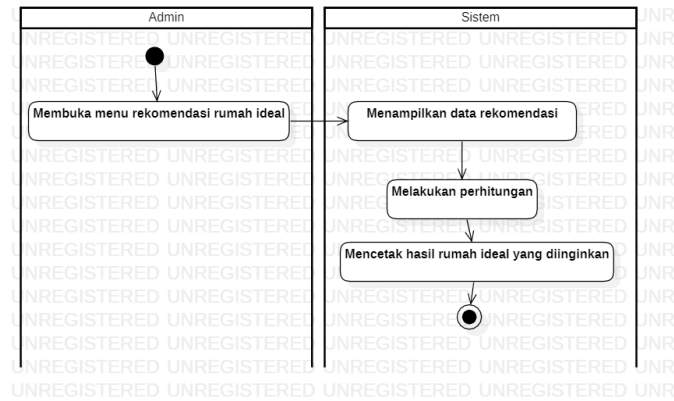
c. Activity diagram user melihat tentang Perusahaan



Gambar 3.7 Activity diagram user melihat tentang Perusahaan

Gambar 3.7 adalah diagram user melihat data profile perusahaan. Seperti contoh user ingin melihat profil perusahaan untuk mengecek kelebihan dan visi misi perusahaan, maka sistem akan membuka halaman tentang perusahaan.

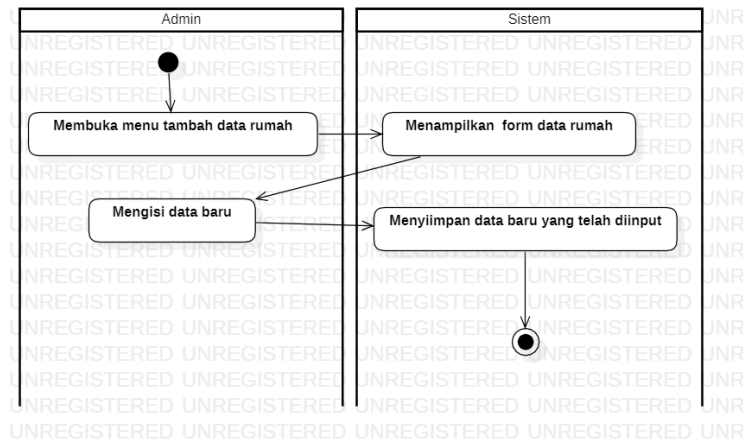
d. Activity diagram user melakukan Sistem Pendukung Keputusan (SPK)



Gambar 3.8 Activity diagram user melakukan SPK

Pada gamabar 3.8 diatas user melakukan pemilihan rumah ideal dengan melakukan pemilihan kriteria, kemudian sistem akan melakukan perhitungan kemudian menampilkan hasil dari pilihan user.

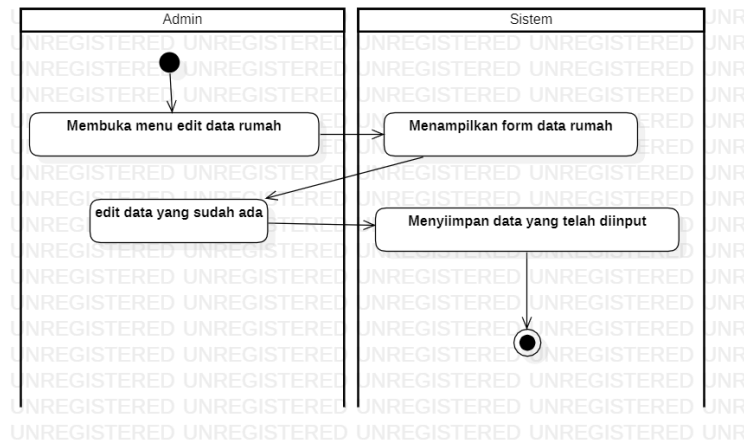
- e. Activity diagram admin tambah data rumah



Gambar 3.9 Activity diagram admin tambah data

Pada gambar 3.9 admin melakukan penambahan data baru dengan melakukan pengisian form data rumah yang nantinya akan disimpan dan ditampilkan di bagian proyek.

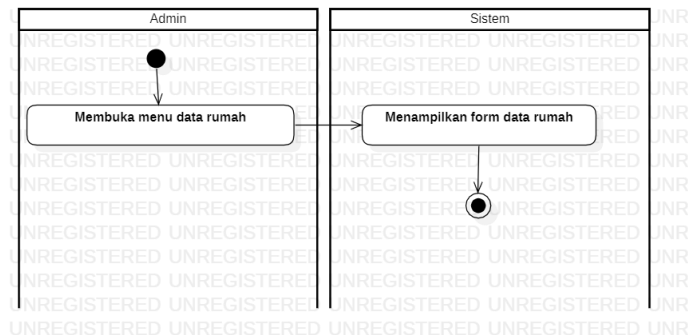
- f. Activity diagram admin mengedit data rumah



Gambar 3.10 Activity diagram admin mengedit data

Pada gambar 3.10 menjelaskan dimana admin dapat mengedit data rumah yang sebelumnya diisikan, kemudian sistem akan menyimpan data tersebut.

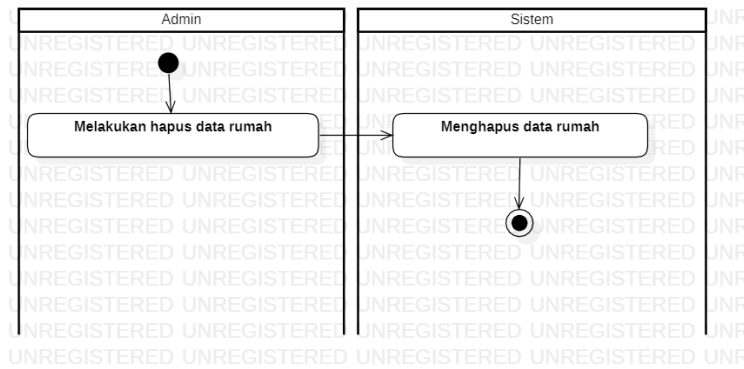
- g. Activity diagram admin melihat data rumah



Gambar 3.11 Activity diagram admin melihat data rumah

Pada gambar 3.11 admin dapat melihat data apa saja yang telah diinputkan sebelumnya. Sebagai contoh admin ingin melihat data rumah dan detailnya seperti ukuran tanah, harga, dan lain-lain.

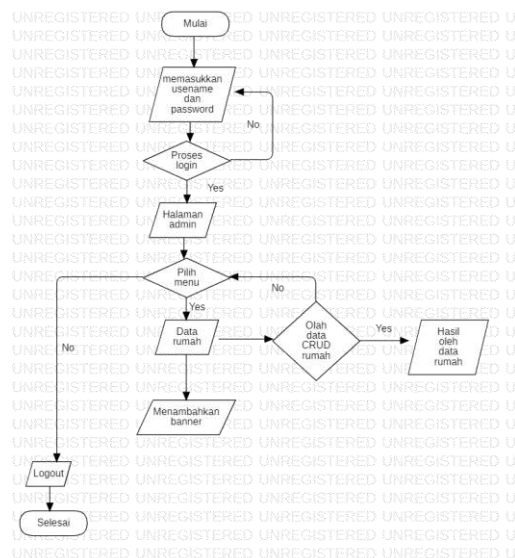
- h. Activity diagram admin menghapus data rumah



Gambar 3.12 Activity diagram admin menghapus data

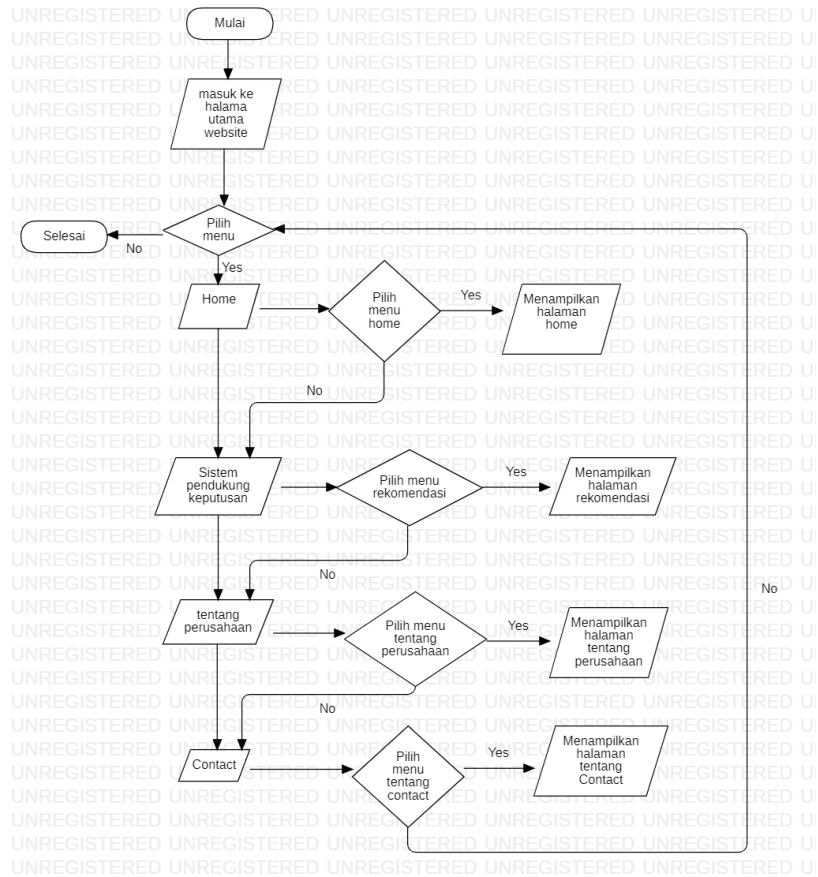
Pada gambar 3.12 diatas dimana admin melakukan penghapusan data rumah yang telah diinputkan sebelumnya.

3. Perancangan diagram alir (Flowchart)



Gambar 3. 13 Flowchart admin

Pada gambar 3.13 adalah flowchart admin. Pada tahapan awal admin diharuskan untuk login dengan menginputkan usernamse dan password. Kemudian admin dapat mengakses data-data dengan dapat melakukan menambahkan, melihat, mengedit, dan menghapus data rumah. Admin juga dapat menambahkan banner, dimana banner ini akan ditampilakn di menu halaman awal website.

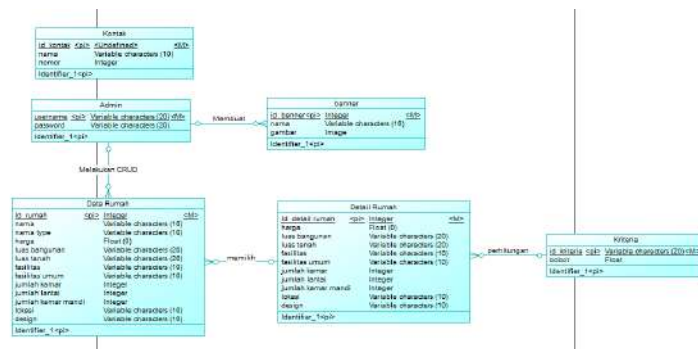


Gambar 3. 14 Flow diagram user

Pada gambar 3.14 adalah flowchart user. Pada tahapan awal user tanpa melakukan login sudah bisa mengakses website, kemudian pada halaman utama website user dapat memilih mau melakukan apa muali dari home, sistem pendukung keputusan pemilihan rumah ideal,tentang perusahaan, dan kontak.

3.3.3 Perancangan Database

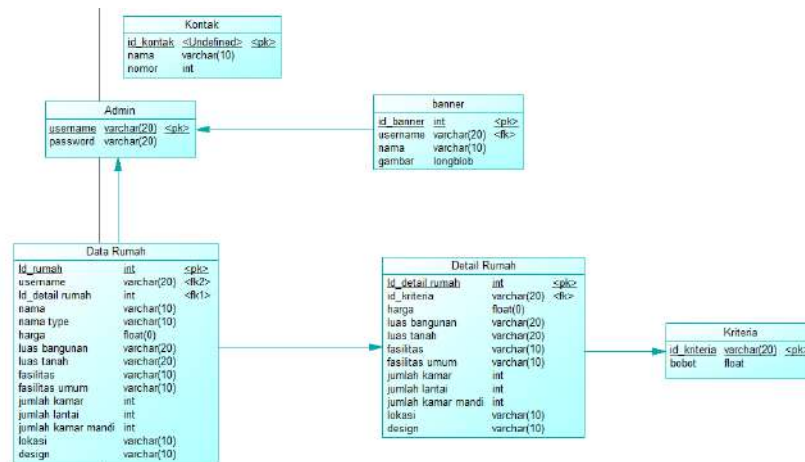
1. Conceptual data Model (CDM)



Gambar 3.15 Conceptual Data Model (CDM)

Pada gambar 3.15 mengenai CDM (*Conceptual Data Model*) dimana terdapat 6 entitas yang terdiri dari kontak, admin, data rumah, detail rumah, kriteria, dan banner. Dimana tabel kontak tidak memiliki relasi dikarenakan tidak memiliki hubungan antara satu sama lain.

2. *Pyshical Data Model (PDM)*



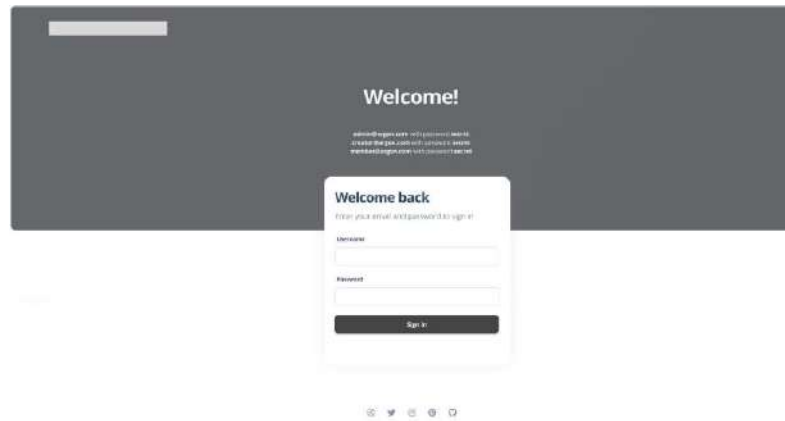
Gambar 3.16 *Pyshical Data Model (PDM)*

Pada gambar 3.16 menjelaskan bentuk PDM (*Pyshical data Model*) dimana PDM lebih spesifik dibandingkan dengan CDM, karena menggunakan data hubungan antar tabel. PDM ini dibuat dengan melakukan *convert* dari CDM. Proses pada *convert* ini dilakukan melalui aplikasi *power designer* dengan mengenerate data CDM menjadi PDM.

3.3.4 Perancangan Mockup Antar Muka

Pada tahapan ini akan menampilkan tampilan mockup *wireframe*, dimana pada tahapan ini adalah tampilan awal yang nantinya akan di sempurnakan pada tahapan selanjutnya. Berikut adalah mockup awal dari website sistem pendukung keputusan.

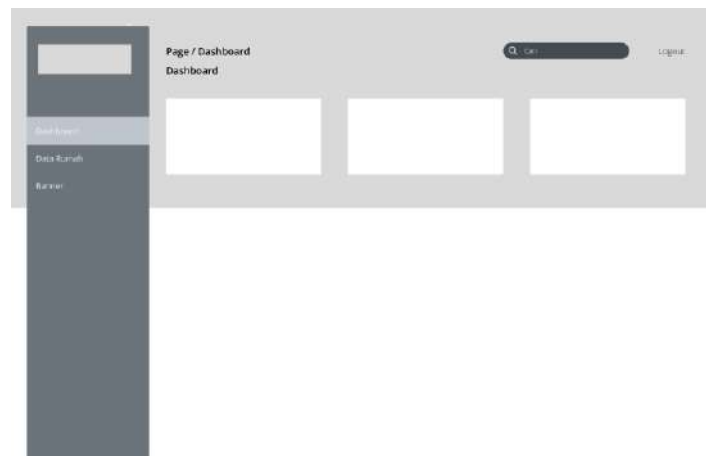
1. Tampilan mockup login admin



Gambar 3.17 Mockup login admin

Pada gambar 3.17 di atas menunjukkan gambaran awal tampilan login, dengan admin akan memasukkan username dan password untuk masuk kedalam web admin.

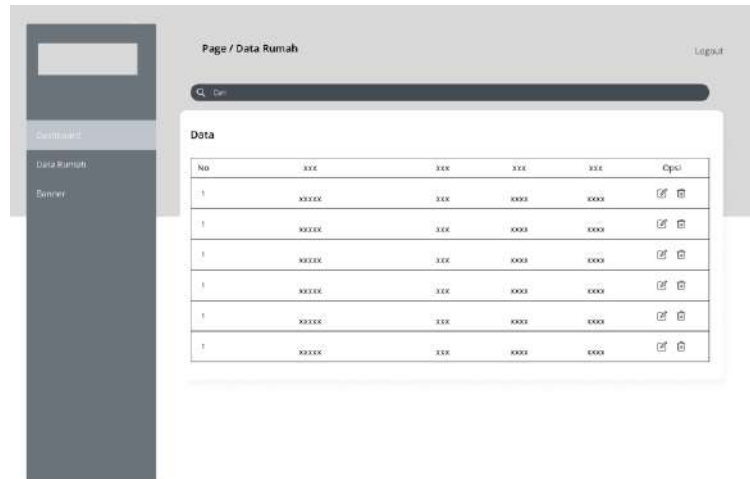
2. Tampilan dashboard admin



Gambar 3.18 Mockup dashboard admin

Pada gambar 3.18 menunjukkan perancangan tampilan untuk halaman awal bagian dashboard admin.

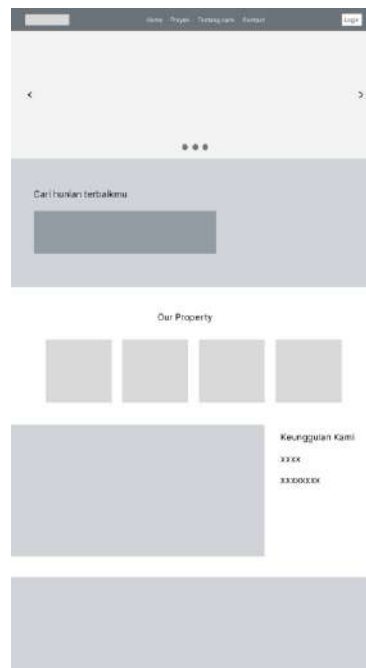
3. Tampilan data rumah halaman admin



Gambar 3.19 Mockup data rumah admin

Pada gambar 3.19 diatas menunjukkan rancangan tampilan data rumah yang nantinya admin akan bisa melakukan penambahan, melihat, hapus, dan mengedit data rumah.

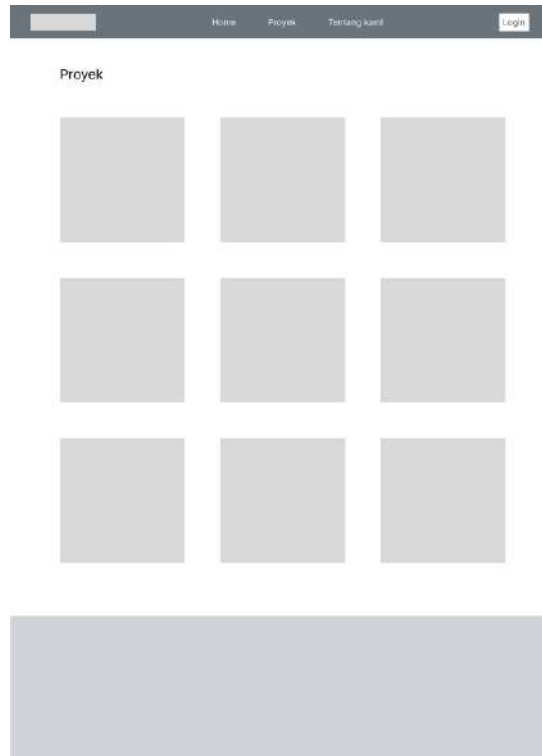
4. Tampilan home pada user



Gambar 3.20 Mockup home user

Gambar 3.20 diatas adalah tampilan utama dari website dimana terdapat navbar, banner, dan tempat untuk melakukan sistempendukung keputusan, property, keunggulan , dan *fotter*.

5. Tampilan proyek yang pernah dikerjakan



Gambar 3.21 Mockup proyek

Pada gambar 3.21 diatas menunjukkan rancangan tampilan untuk halaman proyek, nantinya proyek yang masih berjalan dan sudah selesai akan ditampilkan pada halaman ini.

3.4 Perhitungan AHP-SMARTER

Untuk sistem pendukung keputusan pemilihan rumah, data yang diperlukan termasuk data rumah, nilainya, dan kriteria, serta penilaian dan nilainya. Berikut adalah langkah-langkah proses dari perhintungan AHP:

Mengidentifikasi masalah dalam menentukan solusi yang diinginkan. Terdiri dari 10 kriteria yang memengaruhi pemilihan rumah, yang ditetapkan oleh developer:

- a. Harga. Konsumen lebih suka harga rumah yang sesuai dengan dana mereka.

- b. Jumlah kamar. Konsumen ingin jumlah kamarnya sesuai dengan kebutuhan sehingga tidak ada ruang yang tidak diinginkan.
- c. Jumlah kamar mandi. Sama dengan jumlah kamar konsumen juga tidak ingin kekurangan dan kelebihan.
- d. Jumlah lantai. Konsumen dapat memilih jumlah lantai yang diinginkan.
- e. Luas tanah. Luas tanah di sini menunjukkan luas total tanah.
- f. Luas bangunan. Luas bangunan di sini menunjukkan luas total bangunan.
- g. Fasilitas. Fasilitas disini adalah fasilitas yang tersedia pada rumah, seperti kanopi, tempat parkir, dan taman.
- h. Fasilitas umum. Fasilitas yang telah disediakan oleh developer seperti taman, masjid, dan pasar.
- i. Design. Model rumah yang dipilih oleh konsumen.
- j. Lokasi. Konsumen lebih memperhatikan lokasi perumahan yang strategis karena dekat dengan jalan raya, pasar, rumah sakit, tempat kantor, sekolah, dan banyak lagi.

Rating dan nilai dari kriteria dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 2 Rating dan nilai pada kriteria harga

Rating	Range	Nilai
Murah	$x < 300 \text{ jt}$	3
Sedang	$300 \text{ jt} < x < 1 \text{ miliar}$	2
Mahal	$x > 1 \text{ miliar}$	1

Tabel 3. 3 Rating dan nilai pada jumlah kamar

Rating	Range	Nilai
Banyak	$x > 2$	3
Sedang	$1 \leq x \leq 2$	2
Sedikit	$x < 1$	1

Tabel 3. 4 Rating dan nilai pada jumlah kamar mandi

Rating	Range	Nilai
banyak	$x > 2$	3
sedikit	$x < 1$	2

Tabel 3. 5 Rating dan nilai pada jumlah lantai

Rating	Range	Nilai
Int 2	$x \geq 2$	2
Int 1	$x < 1$	1

Tabel 3. 6 Rating dan nilai pada luas tanah

Rating	Range	Nilai
Sanngat Luas	$x \geq 90$	3
Luas	$90 < x < 65$	2
Sempit	$x < 65$	1

Tabel 3. 7 Rating dan nilai pada luas bangunan

Rating	Range	Nilai
Sanngat Luas	$x \geq 50$	3
Luas	$30 < x < 50$	2
Sempit	$x \leq 30$	1

Tabel 3. 8 Rating dan nilai pada fasilitas

Rating	Nilai
Lengkap	3
cukup kurang lengkap	2
kurang lengkap	1

Tabel 3. 9 Rating dan nilai pada fasilitas umum

Rating	Nilai
Lengkap	3
cukup kurang lengkap	2
kurang lengkap	1

Tabel 3. 10 Rating dan nilai pada lokasi

Rating	Range	Nilai
Strategis	$x < 2$ km dari keramaian	3
cukup strategis	$2 \text{ km dari keramaian} \leq x \leq 5 \text{ km dari keramaian}$	2
kurang strategis	$x > 5$ km dari keramaian	1

Tabel 3. 11 Rating dan nilai pada desain

Rating	Nilai
mewah	3
minimalis	2
biasa	1

Untuk pengisian skala nilai diisi dengan skala perbandingan antara kriteria pemilihan rumah yang telah diisi oleh individu yang akan membeli rumah. Skala kepentingan pada metode ahp ini dapat dilihat pada tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Skala kepentingan

Nilai	Keterangan
1	Kriteria/alternatif A sama penting dengan kriteria/alternatif B
3	A sedikit lebih penting dari B
5	A jelas lebih penting dari B
7	A sangat jelas lebih penting dari B
9	A Mutlak lebih penting dari B
2,4,6,8	Apabila ragu- ragu antara dua nilai yang berdekatan
Kebalikan	jika alternatif 1 dibandingkan dengan alternatif 2 nilainya 3, maka alternatif 2 dibandingkan dengan alternatif 1 nilainya $1/3$

Melakukan penyusunan prioritas dengan kriteria- kriteria dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan.

Tabel 3. 13 Kode Kriteria

Kode	Nama
C1	Harga
C2	Jumlah kamar
C3	Jumlah Kamar Mandi
C4	Jumlah lantai
C5	Fasilitas
C6	Fasilitas umum
C7	Luas tanah
C8	Luas bangunan
C9	Lokasi
C10	Design

Tabel 3. 14 Matriks perbandingan berpasangan

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	1	5	5	3	2	4	0.167	0.2	1	5
C2	0.2	1	7	3	2	5	0.2	0.5	1	3
C3	0.2	0.143	1	2	1	3	0.111	0.5	0.143	2
C4	0.333	0.333	0.5	1	0.2	0.5	0.111	0.333	0.111	0.2
C5	0.5	0.5	1	5	1	9	6	0.5	1	5
C6	0.25	0.2	0.333	2	0.111	1	0.333	0.333	0.333	0.333
C7	6	5	9	9	0.167	3	1	1	1	5
C8	5	2	2	3	2	3	1	1	1	5
C9	1	2	7	9	1	3	1	1	1	5
C10	0.2	0.333	0.5	5	0.2	3	0.2	0.2	0.2	1
Jumlah	14.683	16.510	33.333	42	9.678	34.5	10.122	5.567	6.787	31.533

Setelah melakukan perhitungan skala kepentingan dan menjumlahkannya, maka langkah selanjutnya adalah membagi kolom dengan jumlah yang sudah dihitung.

Tabel 3. 15 Normalisasi nilai elemen kriteria

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Jumlah
C1	0.068	0.303	0.15	0.071	0.207	0.116	0.016	0.036	0.147	0.159	1.273
C2	0.014	0.061	0.21	0.071	0.207	0.145	0.020	0.090	0.147	0.095	1.059
C3	0.014	0.009	0.03	0.048	0.103	0.087	0.011	0.090	0.021	0.063	0.475
C4	0.023	0.020	0.015	0.024	0.021	0.014	0.011	0.060	0.016	0.006	0.210
C5	0.034	0.030	0.03	0.119	0.103	0.261	0.593	0.090	0.147	0.159	1.566
C6	0.017	0.012	0.01	0.048	0.011	0.029	0.033	0.060	0.049	0.011	0.280
C7	0.409	0.303	0.27	0.214	0.017	0.087	0.099	0.180	0.147	0.159	1.884
C8	0.341	0.121	0.06	0.071	0.207	0.087	0.099	0.180	0.147	0.159	1.471
C9	0.068	0.121	0.21	0.214	0.103	0.087	0.099	0.180	0.147	0.159	1.388
C10	0.014	0.020	0.015	0.119	0.021	0.087	0.020	0.036	0.029	0.032	0.392
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Selanjutnya menentukan jumlah kolom kriteria. Langkahnya adalah dengan menghitung nilai prioritas kriteria atau membuat matriks konsistensi kriteria dengan rumus elemen kriteria dibagi dengan jumlah kriteria dalam studi kasus ini 10.

Tabel 3. 16 Matriks rata-rata normalisasi konsistensi kriteria

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Prioritas
C1	0.068	0.303	0.15	0.071	0.207	0.116	0.016	0.036	0.147	0.159	0.127
C2	0.014	0.061	0.21	0.071	0.207	0.145	0.020	0.090	0.147	0.095	0.106
C3	0.014	0.009	0.03	0.048	0.103	0.087	0.011	0.090	0.021	0.063	0.048
C4	0.023	0.020	0.015	0.024	0.021	0.014	0.011	0.060	0.016	0.006	0.021
C5	0.034	0.030	0.03	0.119	0.103	0.261	0.593	0.090	0.147	0.159	0.157
C6	0.017	0.012	0.01	0.048	0.011	0.029	0.033	0.060	0.049	0.011	0.028
C7	0.409	0.303	0.27	0.214	0.017	0.087	0.099	0.180	0.147	0.159	0.188
C8	0.341	0.121	0.06	0.071	0.207	0.087	0.099	0.180	0.147	0.159	0.147
C9	0.068	0.121	0.21	0.214	0.103	0.087	0.099	0.180	0.147	0.159	0.139
C10	0.014	0.020	0.015	0.119	0.021	0.087	0.020	0.036	0.029	0.032	0.039
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Setelah menghitung prioritas kemudian mengkalikan elemen-elemen pada kolom matriks perbandingan berpasangan dikalikan dengan hasil nilai prioritas pada tabel 3.16, hasil perkalian tersebut kemudian dijumlahkan per masing masing baris.

Tabel 3. 17 Matriks penjumlahan dari nilai prioritas

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	<i>Quantity per line</i>
C1	0.009	0.039	0.019	0.009	0.026	0.015	0.002	0.005	0.019	0.020	0.162
C2	0.001	0.006	0.022	0.008	0.022	0.015	0.002	0.010	0.016	0.010	0.112
C3	0.001	0.000	0.001	0.002	0.005	0.004	0.001	0.004	0.001	0.003	0.023
C4	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.004
C5	0.005	0.005	0.005	0.019	0.016	0.041	0.093	0.014	0.023	0.025	0.245
C6	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.008
C7	0.077	0.057	0.051	0.040	0.003	0.016	0.019	0.034	0.028	0.030	0.355
C8	0.050	0.018	0.009	0.011	0.030	0.013	0.015	0.026	0.022	0.023	0.216
C9	0.009	0.017	0.029	0.030	0.014	0.012	0.014	0.025	0.020	0.022	0.193
C10	0.001	0.001	0.001	0.005	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.015

Langkah selanjutnya adalah dengan menjumlahkan matriks *Quantity per line* pada tabel 3.17 dengan jumlah prioritas pada tabel 3.16

Tabel 3. 18 Jumlah elemen per baris dengan prioritas

	<i>Quantity per line</i>	Prioritas	Hasil
C1	0.162	0.127	0.289
C2	0.112	0.106	0.218
C3	0.023	0.048	0.071
C4	0.004	0.021	0.025
C5	0.245	0.157	0.402
C6	0.008	0.028	0.036
C7	0.355	0.188	0.543
C8	0.216	0.147	0.363
C9	0.193	0.139	0.332
C10	0.015	0.039	0.054
		t =	0.998
		CI =	-1.000
		RC =	1.49
		CR =	0.671

Dari tabel 3.18 diatas diperoleh nilai nilai berikut ini:

$$t = (1/10) * ((0.162/0.127) + (0.112/0.106) + (0.023/0.048) + (0.004/0.021) + (0.245/0.157) + (0.008/0.028) + (0.355/0.188) + (0.216/0.147) + (0.193/0.139) + (0.015/0.039)) = 0.997885124$$

Nilai n = 10 dan RC = 1.49

$$CI = (0.998 - 10) / (10 - 1) = -1.000222222$$

$$CR = (CI / RC) = -1.000222222 / 1.49 = -0.671290082$$

Oleh karena $CR \leq 0.1$ maka rasio konsistensi perhitungan mendapatkan (consistent).

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil nilai bobot preferensi dapat menunjukkan bahawa kriteria urutan bobot paling penting dengan bobot 16% pada kriteria fasilitas dan paling rendah pada kriteria jumlah lantai yakni 2% saja, hasil dari pembobotan ini digunakan untuk perhitungan metode SMARTER.

Tabel 3. 19 Preferensi bobot kriteria

No	Kriteria	Bobot %	Bobot
1	Harga	13%	0.127

2	Jumlah kamar	11%	0.106
3	Jumlah Kamar Mandi	5%	0.048
4	Jumlah lantai	2%	0.021
5	Fasilitas	16%	0.157
6	Fasilitas umum	3%	0.028
7	Luas tanah	19%	0.188
8	Luas bangunan	15%	0.147
9	Lokasi	14%	0.139
10	Design	4%	0.039
	Total	100%	1

Pada perhitungan menggunakan metode SMARTER ini bobot yang telah dihitung akan digunakan sebagai perhitungan dengan mengkalikan nilai normalisasi dengan utilitas.

Tabel 3. 20 Kriteria bobot dan poin

No	kode	kriteria	point	bobot
1	C1	Harga		13%
	a	$x \leq 300 \text{ jt}$	1	
	b	$300 \text{ jt} < x < 1 \text{ miliar}$	2	
	c	$x \geq 1 \text{ miliar}$	3	
2	C2	Jumlah kamar		11%
	a	$x > 2$	3	
	b	$1 \leq x \leq 2$	2	
	c	$x < 1$	1	
3	C3	Jumlah kamar mandi		5%
	a	$x \geq 2$	2	
	b	$x \leq 1$	1	
4	C4	Jumlah lantai		2%
	a	$x > 2$	2	
	b	$x < 1$	1	
5	C5	Fasilitas		16%
	a	Lengkap	3	
	b	cukup	2	
	c	kurang lengkap	1	
6	C6	Fasilitas umum		3%
	a	Lengkap	3	
	b	cukup	2	

	c	kurang lengkap	1	
7	C7	Luas tanah		19%
	a	$x \geq 90$	3	
	b	$90 < x < 65$	2	
	c	$x < 65$	1	
8	C8	Luas bangunan		15%
	a	$x \geq 50$	3	
	b	$30 < x < 50$	2	
	c	$x \leq 30$	1	
9	C9	Lokasi		14%
	a	$x < 2$ km dari keramaian	3	
	b	$2 \text{ km dari keramaian} \leq x \leq 5 \text{ km dari keramaian}$	2	
	c	$x > 5$ km dari keramaian	1	
10	C10	Design		4%
	a	mewah	3	
	b	minimalis	2	
	c	biasa	1	

Perhitungan yang digunakan ini adalah langkah langkah yang dilakukan untuk melakukan metode SMARTER. Sebagai contoh perhitungan, terdapat studi kasus konsumen yang akan membeli rumah dengan kriteria sebagi berikut.:

1. Harga kurang dari 300 jt
2. Memiliki 2 kamar
3. Memiliki 2 kamar mandi
4. Memiliki 1 lantai
5. Memiliki fasilitas lengkap seperti kanopi dan tempat parkir
6. Terdapat fasilitas umum cukup lengkap seperti masjid dan taman
7. Memiliki luas tanah sebesar 65 m²
8. Memiliki luas bangunan sebesar 40 m²
9. Memiliki lokasi yang strategis
10. Memiliki design minimalis

Perhitungan menggunakan metode SMARTER sebagai berikut:

- a. Mencari nilai utilitas

Dengan rumus

$$U_i(a_i) = 100 \frac{C_{max} - C_{min}}{C_{max} - C_{min}} \% \quad (3.1)$$

Informasi:

Cmax awal dihitung dari kriteria yang ditentukan.

Kriteria C1 harga < 300

$$U_i = 100 \frac{1-1}{3-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{0}{2} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 0 \%$$

$$U_i = 0$$

Kriteria C2 Memiliki 2 kamar

$$U_i = 100 \frac{2-1}{3-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{1}{2} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 0.5 \%$$

$$U_i = 50$$

Kriteria C3 Memiliki 2 kamar mandi

$$U_i = 100 \frac{2-1}{2-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{1}{1} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 1 \%$$

$$U_i = 100$$

Kriteria C4 Memiliki 1 lantai

$$U_i = 100 \frac{1-1}{2-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{0}{1} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 0 \%$$

$$U_i = 0$$

Kriteria C5 Fasilitas lengkap

$$U_i = 100 \frac{3-1}{3-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{2}{2} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 1 \%$$

$$U_i = 100$$

Kriteria C6 Fasilitas umum cukup lengkap

$$U_i = 100 \frac{2-1}{3-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{1}{2} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 0.5 \%$$

$$U_i = 50$$

Kriteria C7 luas tanah 70 m² tergolong sedang

$$U_i = 100 \frac{2-1}{3-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{1}{2} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 0.5 \%$$

$$U_i = 50$$

Kriteria C8 luas bangunan 40 m² tergolong sedang

$$U_i = 100 \frac{2-1}{3-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{1}{2} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 0.5 \%$$

$$U_i = 50$$

Kriteria C9 memiliki lokasi yang strategis

$$U_i = 100 \frac{3-1}{3-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{2}{2} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 1 \%$$

$$U_i = 100$$

Kriteria C10 desain yang minimalis

$$U_i = 100 \frac{2-1}{3-1} \%$$

$$U_i = 100 \frac{1}{2} \%$$

$$U_i = 100 \cdot 0.5 \%$$

$$U_i = 50$$

b. Nilai hasil diperoleh dari rumus nilai utilitas * dengan normalisasi

$$C1 = 0 * 0.127 = 0$$

$$C2 = 50 * 0.106 = 5.3$$

$$C3 = 100 * 0.048 = 4.8$$

$$C4 = 0 * 0.021 = 0$$

$$C5 = 100 * 0.157 = 1.57$$

$$C6 = 50 * 0.028 = 1.4$$

$$C7 = 50 * 0.188 = 9.4$$

$$C8 = 50 * 0.147 = 7.35$$

$$C9 = 100 * 0.139 = 13.9$$

$$C10 = 50 * 0.039 = 1.95$$

c. Perhitungan hasil akhir metode SMARTER

$$U(ai) = \sum_{j=1}^k W_j U_i(ai) \quad (3.2)$$

$$U(ai) = 0 + 5.3 + 4.8 + 0 + 1.57 + 1.4 + 9.4 + 7.35 + 13.9 + 1.95 = 45.67$$

Pada studi kasus ini perhitungan SMARTER mendapatkan nilai 45.67. poin ini nantinya akan menjadi hasil yang akan di bandingkan dengan poin alternatif.

Tabel 3. 21 Hasil perhitungan SMARTER

Inputan	Kriteria	Poin	Normalisasi
User1	C1.a	1	0.127
	C2.b	2	0.106
	C3.b	1	0.048
	C4.b	1	0.021
	C5.a	3	0.157
	C6.b	2	0.028

	C7.b	2	0.188
	C8.b	2	0.147
	C9.a	3	0.139
	C10.b	2	0.039

Pada tabel 3.21 ini menampilkan hasil dari rangkuman nilai normalisasi atau bobot, beserta poin yang di dapat konsumen dari kriteria yang diinginkan. Selanjutnya menghitung nilai dari alternatifnya seperti pada tabel 3.22.

Tabel 3. 22 Perhitungan alternatif

Cluster	Type	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Total
Permata Natura	Type Tokyo	6.35	10.6	4.8	2.1	1.57	2.8	18.8	14.7	13.9	3.9	79.52
Permata Natura	Type Osaka	0	5.3	4.8	0	1.57	1.4	9.4	7.35	13.9	1.95	45.67
Permata Natura	Type kyoto	0	5.3	0	0	0	2.8	9.4	7.35	13.9	0	38.75
Permata Sportivo	Type Winner	6.35	5.3	4.8	0	1.57	1.4	18.8	7.35	13.9	3.9	63.37
Permata Sportivo	Type Sporty	6.35	5.3	0	0	0.785	1.4	9.4	7.35	13.9	1.95	46.435
Permata Orchard	Type	6.35	5.3	4.8	2.1	1.57	2.8	18.8	14.7	13.9	3.9	74.22
Permata Discovery	Type Cliff	6.35	0	4.8	0	1.57	1.4	9.4	7.35	13.9	3.9	48.67
Permata Discovery	Type highland	6.35	0	0	0	0.785	1.4	9.4	7.35	13.9	1.95	41.135
Permata Discovery	Type hilltop	6.35	5.3	0	0	1.57	1.4	18.8	7.35	13.9	1.95	56.62

Perhitungan alternatif pada tabel 3.22 perhitungan didapat dari perkalian kriteria dengan utilitas, maka akan didapat jumlah total dari setiap alternatif. Selanjutnya membandingkan nilai yang sesuai dengan pilihan user dan alternatif.

Tabel 3. 23 Hasil SPK AHP-SMARTER

Inputan	Untility value	Hasil akhir SMARTER	Hasil
User1	0	45.67	Permata Natura Type Osaka
	50		
	100		
	0		
	100		
	50		
	50		
	50		
	100		
	50		

Pada tabel 3.23 menampilkan hasil yang cocok antara kriteria yang diinginkan user dan kriteria alternatif, sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan akurasi sebesar 100%. Jika nantinya pada studi kasus lain hasil nilai yang didapat pembeli mendekati nilai dari alternatif, maka yang akan ditampilkan adalah alternatif yang memiliki poin hampir mendekati, sehingga pembeli akan memiliki referensi pilihan rumah idealnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anagora, R., Damuri, A., Hendratna, G., & ... (2020). Penerapan Algoritma Analytical Hierarchy Process (AHP) Untuk Menentukan Pola Penindakan Lalu Lintas. ... : *Jurnal Komputer Dan ...*, 4(3), 65–71. <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/download/860/649>
- Hidayat, R., & Darussalam, U. (2022). Perbandingan Metode Saw Dan Ahp Pada Sistem Pendukung Keputusan Web Based Seleksi Karyawan Terbaik. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 209–223. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2627>
- Nisa, A. I. J., Prawiro, R., & Trisna, N. (2021). Analisis Hybrid DSS untuk Menentukan Lokasi Wisata Terbaik. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 238–246. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2915>
- Rahayu Astari, S., Umar, R., & Dahlan, A. (2020). Perbandingan Metode Profile Matching Dengan Metode SMART Untuk Seleksi Asisten Laboratorium. *Masa Berlaku Mulai*, 1(3), 311–318.
- Sofiansyah Fadli, Maulana Ashari, Hasyim Asyari, A. S. P. (2022). Implementation of the AHP-SMARTER Method in the Decision Support System for Giving Sanctions for Violation of Student Disciplines Sofiansyah. *JISA (Jurnal Informatika Dan Sains)*, 5(2), 1–11. <https://doi.org/10.47065/bits.v4i2.2049>
- Suhendri, S., Deffy Susanti, & Reyza Reantino Hanggara. (2022). Implementasi Algoritma Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penerima Bantuan Program Keluarga Harapan (Pkh) Di Kabupaten Majalengka. *INFOTECH Journal*, 8(2), 84–93. <https://doi.org/10.31949/infotech.v8i2.3312>
- Sukmawan, D. (2019). Analisis Penentuan Tipe Fondasi Pilar Jembatan Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Pembangunan Jembatan Walahar Kecamatan Ciampel, Kabupaten Karawang). *Techno-Socio Ekonomika*, 13(1), 31–45. <https://doi.org/10.32897/techno.2019.13.1.3>
- Widyassari, A. P., & Yuwono, T. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah di Kawasan Cepu Menggunakan Analytical Hierarchy Process. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.29407/intensif.v3i1.12442>
- Y. Ningsih & E. Oemar. (2021). Perancangan Company Profile PT Wiradecon Multi Berkah Sebagai Media Promosi. *Jurnal Barik*, 2(3), 97–110. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JDKV/>

LAMPIRAN



PT. BUMI LINGGA PERTIWI

Jl. Jawa No. 99 GKB Gresik 61151 Telp. 031 - 3930777 Ext. 15 - 16 - 17

Nomor : **27** /BLP/II/2024
Lampiran : -
Hal : Persetujuan Permohonan Data

Kepada Yth :
Masfi Ulil Affandi
Ditempat

Dengan Hormat,

Menindaklanjuti surat saudara tanggal 12 Februari 2024, dengan ini kami atas nama PT. BUMI LINGGA PERTIWI memberikan Ijin Permohonan Data kepada :

Nama : Masfi Ulil Affandi
NPM : 20081010020
Program Studi : Informatika

Untuk melakukan Ijin Permohonan Data di PT. Bumi Lingga Pertiwi guna Penyusunan Skripsi.
Demikian surat ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Gresik, 13 Februari 2024

PT. BUMI LINGGA PERTIWI
An. Direktur Utama

Herman B. Khafid
Kadiv. Umum dan Keuangan

Anggota REI 03.00031

Pemasaran :

Jl. Jawa No. 99 GKB Gresik, 61151 Telp. 031 - 3930777 Ext.15-16-17
Jl. Raya Permata Suci No. 2 PPS - Gresik, 61151 Telp. 031 - 3958035
Email : blp.propertygresik@gmail.com

Implementation of the AHP-SMARTER Method in the Decision Support System for Giving Sanctions for Violation of Student Disciplines

Sofiansyah Fadli^{1*}, Maulana Ashari², Hasyim Asyari³, Ahmad Susan Pardiansyah⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, STMIK Lombok

⁴ Program Studi Sistem Informasi, STMIK Lombok

Email: ¹sofiansyah182@gmail.com, ²aarydarkmaul@gmail.com, ³hasyimasyari25@gmail.com,
⁴ahmad.pardiansyah84@gmail.com

Abstract – Violations of school rules are often carried out by students, including lack of respect for teachers, students who are not on time, often late for class, skipping classes, jumping fences, smoking and not paying attention to the rules and other regulations in school. This study aims to build a decision support system for sanctions for violations of student discipline that has the ability to analyze each of the criteria and sub-criteria that have been determined by the school. In this case, students who violate school rules will be punished and given sanctions so as to provide an output value of priority intensity which results in a system that provides an assessment of violations against students. The method used in building this decision support system is by combining the Analytical Hierarchy Process (AHP) method and the Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Rank (SMARTER) method. Weighting criteria using the AHP method and for ranking using the SMARTER method. The system created can be used to assist in processing data on violations of school rules. With this decision support system, it is hoped that policy makers will have no difficulty in determining what types of actions and sanctions will be given to students who violate school rules.

Keywords – *Decision Support System, AHP Method, SMARTER Method, School Rules*

I. INTRODUCTION

Each school has its own policy in determining the level of student discipline. The Integrated Islamic Vocational High School (SMK) of Generasi Muslim Cendikia (GMC) still uses a system of calculating points for violations and determining the sanctions for violations that are still manual, namely by recording all events or student problems into a book. The decision support system suggested by the counseling guidance teacher is a system that makes it easier to evaluate the level of student discipline and sanctions for violations effectively and efficiently. Giving sanctions by teachers in the teaching process is influenced by several factors, namely the seriousness factor in learning, consequences, delinquency at the school level, and family stability factors.[2]. Education in Indonesia not only prioritizes the development of cognitive aspects or knowledge of students, but also pays attention to individual development as a whole person[4].

SMK-IT GMC is a vocational school that has quite a lot of students. Every school must have rules and regulations that must be obeyed and followed by every student but not infrequently these rules and regulations are violated, the violations that often occur are students who are not on time, often late for class, skipping class time, jumping fences, smoking and so on.

According to [5] The system of sanctions for violations of the rules in some schools is still in the form of warning letters and direct reprimands to students. Along with presents development of technology and communication a new challenge that can make guidance and counseling more practical. One of them is a Decision Support System which

is an approach to decision making[6]. The method that can support solving this problem is by combining the Analytical Hierarchy Process (AHP) method and the Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Rank (SMARTER) method.

The system built can be used to assist in processing data on violations of school rules, especially student violations[3]. Although basically there are rules and sanctions that have been implemented in schools, the sanctions are still handled in the usual way without clear differences between the violations committed and the sanctions given (different violations the sanctions are almost the same).

Therefore, researchers want to design a decision support system for sanctions for violating student rules. Every student who violates the rules will be given sanctions so that it can provide a deterrent effect and increase the values of decency and order in the school environment. This is useful to facilitate decision making related to disciplinary issues.

II. RESEARCH METHODOLOGY

A. Decision Support System

Decision Support Systems (DSS) are usually built to support a solution to a problem or to an opportunity. Decision Support System (DSS) applications are used in decision making[7]. Decision Support System (DSS) application uses a flexible, interactive and adaptable CBIS (Computer Based Information System), which was developed to support solutions to unstructured specific management problems[8].

B. AHP (Analytical Hierarchy Process)



This method was first developed by Saaty (Saaty, 1980)[9]. The hierarchical model stated by Saaty is a functional hierarchical model with the main input being human perception.

In general, the steps in using the AHP method for solving a problem are as follows[10]:

- Defining the problem and determining the desired solution.
- Determining the priority of elements
- Synthesis

The things to do in this step are:

- Sum the values of each column in the K matrix.
- Divide each value from the column by the corresponding column total to obtain a normalized matrix.
- Sum the values of each row and divide by the number of elements to get the priority weight value.

- Measuring Consistency

The things that are done in this step are as follows:

- Each value in the first column is multiplied by the priority weight of the first element, then each value in the second column is multiplied by the priority weight of the second element and so on.
- Sum each row (\sum row).
- The result of the sum of the rows is divided by the priority element in question so that it gets Lambda.

$$\lambda = \frac{\sum \text{row}}{\text{priority}} \quad (1)$$

- Sum Lambda (λ) and the result is divided by the number of elements present, the result is called λ max.

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum \lambda}{n} \quad (2)$$

- Calculate Consistency Index (CI) with formula:

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1} \quad (3)$$

- Compare Consistency Ratio (CR) with formula:

$$CR = CI/RC \quad (4)$$

Table1. Random Consistency Value (RC)

N	1.2	3	4	5	6	7	8
Rin	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

- Checking hierarchy consistency

C. Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Rank (SMARTER)

According to[2]states that SMARTER is a multi-criteria decision-making technique based on the theory that each alternative consists of a number of criteria that have values and each criterion has a weight that describes its importance when compared to other criteria. This weighting is used to assess each alternative in order to obtain the best alternative. SMARTER uses a linear additive model to predict the value of each alternative. The analysis involved is transparent so this method provides a high level of understanding of the problem and can be accepted by decision makers[1].

The model used in SMART is shown in the equation:

$$U(ai) = \sum_{j=1}^k W_j U_i(ai) \quad (5)$$

Information :

W_j = The weighting value of the J-th criterion of the k criteria.

$U(ai)$ = The utility value of the I-th criterion for the I-th criterion

Where $I = 1, 2, \dots, m$

The steps of the SMARTER method are as follows[3]:

- Determine the number of criteria for the decision to be taken.
- Giving weight to each criterion by using an interval of 1-100 for each criterion with the most important priority.
- Calculating the normalization of each criterion by comparing the value of the weight of the criteria with the number of weights of the criteria, using the formula:

$$NW_j = \frac{W_j}{\sum_{n=1}^k W_n} \quad (6)$$

Information :

NW_j = Normalization of J-th criterion weights

W_j =J-th criterion weight

k = Number of criteria

W_n = The weight of the N-th criterion.

- Provide a criterion value for each alternative

- Calculates final grades and performs rankings using the SMARTER model.

D. Research Stages

To assist in the preparation of this research, it is necessary to have a clear framework for the stages[11]. This framework is the steps that will be taken in solving the problems that will be discussed.

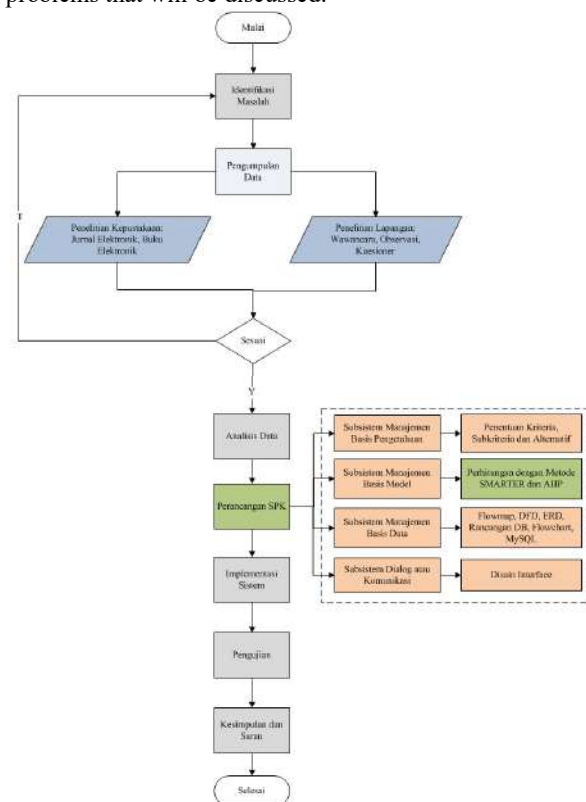


Figure 1. Research Stages



- a. Identification of problems that occur in SMK-IT Generasi Muslim Cendikia is the current system that is still not standardized in this case different violations (mild and severe) but the handling is the same and the sanctions given are sometimes the same as other violations. In giving sanctions, there is only a warning and a statement letter, so there are several procedures that are not in accordance with the procedures that should have been applied to students.

- b. In this study, data collection was done by interview, observation and literature study. At this stage, it is done to find out, get data and information that will later support this research[12].

Observation Method

Observations were carried out directly at SMK-IT GMC by looking at the daily lives of students and teachers as well as existing problems to find out the types of violations and sanctions that students received if they violated the rules and regulations.

Interview Method

Interviews were conducted by asking directly to the Guidance Counseling teacher who directly handles problematic students at SMK-IT GMC.

Library Study Method

Literature study is done by reading various kinds of information related to the research title. Researchers took reference sources from national scientific journals and books from the internet.

- c. The problem analysis step is needed to determine recommendations for sanctions for violations of school rules committed by students. With this data analysis, a clear picture of the problems discussed will be obtained[7].
- d. Decision Support System Design, this stage is the activity carried out to make the formulation of the model, the selection of what criteria are taken into consideration for decision makers to decide the best alternative, measure and predict the results that occur[4].
- e. In this study, the authors implement the AHP-SMARTER method so that they are able to provide recommendations for sanctions for violations of school regulations committed by students. This phase translates the design results into software.
- f. The process of testing the application using blackbox. Testing is done by testing all existing navigation, this test ensures that the processes carried out produce output that is in accordance with the design that has been made[13].
- g. Conclusions are drawn after the design, implementation, and testing stages have been completed[14]. This stage discusses the results of the final goal to be achieved, namely the creation of a decision support system application that can later benefit schools related to the provision of appropriate sanctions in accordance with existing standard procedures.[13].

E. Research Material

The research material used to make a decision support system for the awarding of sanctions for student discipline violations is by using the AHP-SMARTER method. With

the object of research SMK-IT Generasi Muslim Cendikia.

F. Design Model

Research with the application of the SMARTER Method in determining the sanctions for violations which will be combined with the AHP method, will use linear sequential in the design model. The activities in linear sequential are:



Figure 2. Linear Sequential Model[15]

- a. Requirements analysis is the stage of analyzing the needs needed in making software
- b. The design stage is the translation stage of the analyzed data into a form that is easily understood by users.
- c. Coding is the stage of translating data that has been designed using a particular programming language.
- d. Testing is the stage of testing the software that has been made.

III. RESULTS AND DISCUSSION

The implementation of this system is carried out using two process methods, namely weighting criteria using the AHP method and ranking using the SMARTER method.

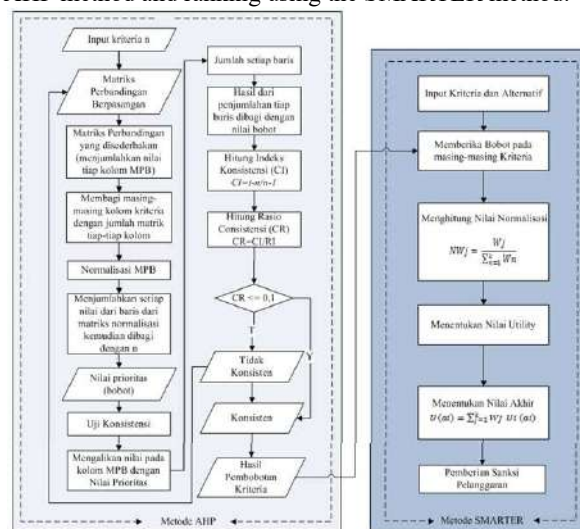


Figure 3. AHP-SMARTER Method Completion Flowchart

The dotted line indicates the transfer of the calculation process from the AHP method to the SMARTER method, indicating the separation between the AHP process and the SMARTER process. In the AHP method, after the weights are obtained, it will be continued by testing the consistency. The goal is whether the weights are consistent or not. If the weights are consistent, it will result in weighting, and if not, it will return to the pairwise comparison matrix. After the weight is obtained, it will be continued with ranking using the SMARTER method[1]. The weights obtained in the AHP method will be used as weights on the criteria.

Decision Support System Criteria and Alternatives

The criteria used in this decision support system are as follows:

Table 2. Violation Criteria

No	Criteria	Type of Violation	Point
1	C1	Attendance at school	
	a	Absence without explanation 1-3 times	5
	b	Absence without explanation 4-6 times	10
	c	Absence without explanation 7-10 times	15
	d	Absence without explanation more than 10 times	20
2	C2	School Uniform	
	a	Uniforms not in accordance with the terms of the day of use	5
	b	Not wearing shoes at school	5
	c	Wearing a hat in class or hijab is not uniform	5
	d	Incomplete attribute	5
3	C3	Leaving School	
	a	In effective hours without explanation	10
	b	Permission to leave and not return to school is not in the school's interest	15
4	C4	Courtesy of Association	
	a	Jump over the fence	15
	b	Dating in the school environment	20
	c	Mocking/ threatening/ hitting teachers/ employees	50
	d	Caught pregnant, pregnant, married	10
5	C5	Discipline	
	a	Male student wear earrings, bracelets, necklaces, tattoos	10
	b	Male student with long hair, dyeing hair other than black	20
	c	Bringing books, magazines, tapes, VCDs is prohibited	25
	d	Smoking or carrying a smoking device in the school environment	30
	e	Smoking outside the school environment wears school attributes	30
	f	Bring a cellphone and use it during class hours	30
	g	Getting into fights or molesting fellow students	50
	h	Carrying and using illegal drugs and beverages	75
	i	Arrested for a crime and proven	10
	j	Carrying sharp weapons & firearms, thereby harming and threatening the safety of others	10

Table 3. School Action

No	Action Code	Point Range	School Action
1	T0	0.1 – 0.9	Verbal Reprimand
2	T1	1 – 10	Held coaching by Counseling Guidance teachers and homeroom teachers
3	T2	11 – 25	Parents are called to school, Coaching is held by Guidance Counseling teachers and homeroom teachers, Make guidance statements
4	T3	26 – 40	Parents are called to school, Guidance is held by the Guidance Counseling teachers and homeroom teacher, Makes a guidance statement and gives the 1st Warning Letter to parents/guardians
5	T4	41 – 55	Parents are called to school, Guidance is held by the Guidance Counseling teachers and homeroom teacher, Makes a guidance statement and gives

No	Action Code	Point Range	School Action
6	T5	56 – 75	a 2nd warning letter to parents/guardians Parents are called to school, Guidance from the principal is witnessed by the homeroom teacher, Counseling Guidance teacher and students, Makes a statement letter stamped 6000 about willingness to be issued if the score is above 75 and does not go up class
7	T6	76 – 100	Parents are called to school, students are returned to parents

Table 4. Type of Sanction

No	Sanction Code	Point Range	Type of Sanction
1	S0	0.1 – 0.9	Doing Cleaning
2	S1	1 – 10	Not allowed to follow class hours until the change of lessons
3	S2	11 – 25	Make a statement known to the homeroom teacher and parents/guardians
4	S3	26 – 40	1st Warning Letter and 2 day suspension
5	S4	41 – 55	2nd Warning Letter and 5 day suspension
6	S5	56 – 75	Stay in class
7	S6	75 – 100	Expelled from school

The alternatives used in this decision support system are as follows:

This alternative set is the students of SMK-IT GMC, as a sample taken as many as 5 students, so that if there are 5 alternative decisions, then these alternatives can be written as $A = \{A_i | i = 1, 2, 3, 4, 5\}$ with:

- A1: Student 1
- A2: Student 2
- A3: Student 3
- A4: Student 4
- A5: Student 5

Calculation Using AHP Method

The next stage is to determine the priority of the elements by compiling criteria and sub-criteria in the form of a pairwise comparison matrix[8]. To find out the results of the weighting of the criteria used in calculating the priority of criteria and sub-criteria with the AHP method, it is necessary to search for values. How to get a value that can be with a certainty value or by conducting a survey through several respondents using a questionnaire sheet[11]. The value of certainty is a value that is directly given for certain criteria, while the value of the questionnaire is the value obtained from the assessment given by the respondent where each respondent gives a different preference value using a scale of 1-9 [8].

Determining the priority of elements by compiling these criteria in the form of a pairwise comparison matrix[9].

Table 5. Pairwise comparison matrix

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1.000	0.500	0.500	0.500	0.500
C2	2.000	1.000	0.500	0.500	0.333
C3	2.000	2.000	1.000	0.500	0.500
C4	2.000	2.000	2.000	1.000	0.500
C5	2.000	3.000	2.000	2.000	1.000
Total	9.000	8.500	6.000	4.500	2.833



Next is to calculate the value of the criteria column elements, where each criterion column element is divided by the number of matrices for each column in table 5, then add up the row matrix of the values of each element.

Table 6. Normalization Matrix of Criteria Element Values

	C1	C2	C3	C4	C5	Total
C1	0.111	0.059	0.083	0.111	0.176	0.541
C2	0.222	0.118	0.083	0.111	0.118	0.652
C3	0.222	0.235	0.167	0.111	0.176	0.912
C4	0.222	0.235	0.333	0.222	0.176	1.190
C5	0.222	0.353	0.333	0.444	0.353	1.706
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	5.000

After determining the number of criteria columns, the next step is to calculate the priority value of the criteria or create a criteria consistency matrix with the formula for the number of criteria elements divided by the number of criteria in this case 5.

Table 7. Average matrix of criteria consistency normalization

	C1	C2	C3	C4	C5	Priority
C1	0.111	0.059	0.083	0.111	0.176	0.108
C2	0.222	0.118	0.083	0.111	0.118	0.130
C3	0.222	0.235	0.167	0.111	0.176	0.182
C4	0.222	0.235	0.333	0.222	0.176	0.238
C5	0.222	0.353	0.333	0.444	0.353	0.341
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

The next stage is to multiply the elements in the pairwise comparison matrix column multiplied by the priority value results in Table 7, the multiplication results are then added up per each row.

Table 8. The summation matrix of each row

	C1	C2	C3	C4	C5	Quantity Per Line
C1	0.108	0.065	0.091	0.119	0.171	0.554
C2	0.216	0.130	0.091	0.119	0.114	0.671
C3	0.216	0.261	0.182	0.119	0.171	0.949
C4	0.216	0.261	0.365	0.238	0.171	1.250
C5	0.216	0.391	0.365	0.476	0.341	1.789

The next step is to add up the matrix of the sum of each row in Table 6 with the result of the "priority" value in Table 8.

Table 9. The sum of the number of elements per line with the priority value

	Quantity Per Line	Priority	Result
C1	0.554	0.108	0.662
C2	0.671	0.130	0.801
C3	0.949	0.182	1.131
C4	1.250	0.238	1.488
C5	1.789	0.341	2.130
	t =	5.194	
	CI =	0.048	
	IR =	1.12	
	CR =	0.043	Consistence

From table 8, the following values are obtained:

$$t = (1/5) * ((0.554/0.108) + (0.671/0.130) + (0.949/0.182) + (1.250/0.238) + (1.789/0.341)) = 5.194$$

For n = 5 obtained $RI_6 = 1.12$ so that:

$$CI = (5.194-5) / (5-1) = 0.048$$

$$RI_6 = 1.12$$

$$CR = (CI/RI_6) = 0.048/1.2 = -0.043$$

Therefore $CR \leq 0,1$ then the consistency ratio of the calculation is acceptable (consistent).

From the results of the calculations in the table above, the value of the preference weights can show that the most important weight order criteria with a weight of 34.1%. Next are the criteria for Politeness in Association with a weighted value of 23.8%, the criteria for leaving school with a value of 18.2%, the criteria for school uniforms 13.0% and the criteria for school attendance with a weighting value of 10.8%.

Table 10. Criteria Weight Preference

No	Criteria	(%) Weight	Weight (Wj)
1	Attendance at school	10.8 %	0.108
2	School uniform	13.0 %	0.130
3	Leaving school	18.2 %	0.182
4	Courtesy of association	23.8 %	0.238
5	Discipline	34.1 %	0.341
Total		100%	1

Calculation Using the SMARTER Method

Weighting on SMART uses a scale between 0 and 1, making it easier to calculate and compare values for each alternative[1]. The model used in SMART is shown in

Table 11. Criteria Weight Preference

No	Criteria	Type of Violation	Point	Weight Wj
1	C1	Attendance at school		
	a	Absence without explanation 1-3 times	5	
	b	Absence without explanation 4-6 times	10	10.8 %
	c	Absence without explanation 7-10 times	15	
	d	Absence without explanation more than 10 times	20	
2	C2	School Uniform		
	a	Uniforms not in accordance with the terms of the day of use	5	13.0 %
	b	Not wearing shoes at school	5	
	c	Wearing a hat in class or hijab is not uniform	5	
	d	Incomplete attribute	5	
3	C3	Leaving School		
	a	In effective hours without explanation	10	18.2 %
	b	Permission to leave and not return to school is not in the school's interest	15	
4	C4	Courtesy of Association		
	a	Jump over the fence	15	23.8 %
	b	Dating in the school environment	20	
	c	Mocking/ threatening/ hitting teachers/ employees	50	
5	C5	Discipline		
	a	Male student wear earrings, bracelets, necklaces, tattoos	10	34.1 %
	b	Male student with long hair, dyeing hair other than black	20	
	c	Bringing books, magazines, tapes, VCDs is prohibited	25	
	d	Smoking or carrying a smoking device in the school environment	30	
	e	Smoking outside the school environment wears school attributes	30	
	f	Bring a cellphone and use it during class hours	30	
	g	Getting into fights or molesting fellow students	50	



h	Carrying and using illegal drugs and beverages	75
i	Caught pregnant, pregnant, married	100
j	Arrested for a crime and proven	100
k	Carrying sharp weapons & firearms, thereby harming and threatening the safety of others	100

Sample Calculation Using the SMARTER Method
NIS : 1719

Name : Supriadi

Type of Violation :

1. Do not enter without information 4 days a week
2. Incomplete attribute
3. Permission to leave and not return to school and not in the interest of the school
4. Jump over the fence
5. Bring cellphones to school and use them during class hours

Calculations using the SMARTER method are as follows :

a. Finding the utility value is as follows:

Utility value formula :

$$Ui(ai) = 100 \frac{(Cmax - Cmin)}{(Cmax - Cmin)} \% \quad (7)$$

Information:

$Ui(ai)$ = the utility value of the 1st criterion for the i-th criterion

$Cmax$ = maximum criterion value

$Cmin$ = minimum criterion value

How to get the utility value as follows:

1. School Attendance Criteria

$$Ui(ai) = 100 \frac{(10 - 5)}{(20 - 5)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 \frac{(5)}{(15)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 . 0.3333 \%$$

$$Ui(ai) = 33.33$$

2. School Uniform Criteria

$$Ui(ai) = 100 \frac{(5 - 5)}{(5 - 5)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 \frac{(0)}{(0)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 . 0 \%$$

$$Ui(ai) = 0$$

3. Criteria for Leaving School

$$Ui(ai) = 100 \frac{(15 - 10)}{(15 - 10)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 \frac{(5)}{(5)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 . 1 \%$$

$$Ui(ai) = 100$$

4. Criteria for Courtesy of Association

$$Ui(ai) = 100 \frac{(15 - 15)}{(50 - 15)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 \frac{(0)}{(35)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 . 0 \%$$

$$Ui(ai) = 100$$

5. Order Criteria

$$Ui(ai) = 100 \frac{(30 - 10)}{(100 - 10)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 \frac{(20)}{(90)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 . 0.2222 \%$$

$$Ui(ai) = 22.22$$

b. The result value is obtained from:

Formula = Value of utility x normalization

1. School Attendance Criteria

$$\text{Result} = 33.33 \times 0.108 = 3.60$$

2. School Uniform Criteria

$$\text{Result} = 0 \times 0.13 = 0$$

3. Criteria for Leaving School

$$\text{Result} = 100 \times 0.182 = 18.2$$

4. Criteria for Courtesy of Association

$$\text{Result} = 0 \times 0.238 = 0$$

5. Order Criteria

$$\text{Result} = 22.22 \times 0.341 = 7.58$$

c. Looking for the Final Result of SMARTER Calculation

$$= U(ai) \sum_{j=1}^m NW_j U_i(ai) \quad (8)$$

$$\text{Result} = 3.60 + 0 + 18.2 + 0 + 7.58$$

$$= 29.38$$

NIS : 3454

Name : Muhamad Sunardi

Type of Violation :

1. Did not enter / did not attend without explanation / alpha more than 3 times

2. Hijab is not uniform

3. Uniforms not in accordance with the terms of the day of use

Calculation using the SMARTER method

a. Finding the utility value is as follows:

1. School Attendance Criteria

$$Ui(ai) = 100 \frac{(5 - 5)}{(20 - 5)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 \frac{(0)}{(15)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 . 0 \%$$

$$Ui(ai) = 0$$

2. - School Uniform Criteria

$$Ui(ai) = 100 \frac{(5 - 5)}{(5 - 5)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 \frac{(0)}{(0)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 . 0 \%$$

$$Ui(ai) = 0$$

- School Uniform Criteria

$$Ui(ai) = 100 \frac{(5 - 5)}{(5 - 5)} \%$$

$$Ui(ai) = 100 \frac{(0)}{(0)} \%$$



$$U_i(a_i) = 100 \cdot 0 \%$$

$$U_i(a_i) = 0$$

5. Order Criteria

$$U_i(a_i) = 100 \frac{(50 - 10)}{(100 - 10)} \%$$

$$U_i(a_i) = 100 \frac{(40)}{(90)} \%$$

$$U_i(a_i) = 100 \cdot 44.44 \%$$

$$U_i(a_i) = 44.44$$

b. The result value is obtained from:

Formula = Value of utility x normalization

1. School Attendance Criteria
Result = $0 \times 0.108 = 0$

2. -School Uniform Criteria
Result = $0 \times 0.13 = 0$
- School Uniform Criteria
Result = $0 \times 0.13 = 0$

5. Order Criteria
Result = $44.44 \times 0.341 = 15.15$

c. Finding the Final Result of SMARTER Calculation

$$= U(a_i) \sum_{j=1}^m NW_j U_i(a_i)$$

$$\text{Result} = 0 + 0 + 0 + 15.15 = 15.15$$

Table 12. SMARTER Calculation Result

No	Student Name	Criteria	Point	Normalization
1	Supriadi	C1.b	10	0.108
		C2.d	5	0.130
		C3.b	15	0.182
		C4.a	15	0.238
		C5.f	30	0.341
2	Muhamad Sunardi	C1.a	5	0.108
		C2.a	5	0.130
		C2.c	5	0.130
		C5.g	50	0.341
		C3.a	15	0.182
3	Lalu Akbar Hasibuan	C4.a	15	0.238
		C5.d	30	0.341
		C5.f	30	0.341
		C1.c	15	0.108
		C2.d	5	0.130
4	Roy Ardianto Putra	C5.f	30	0.341
		C1.a	5	0.108
		C3.b	15	0.182
		C4.a	15	0.238
		C5.b	20	0.341
5	Rumlan Hasanudin	C5.e	30	0.341
		C1.c	15	0.108
		C5.f	30	0.341
		C1.c	15	0.108
		C2.c	5	0.130
7	Wahyuni Sawitri	C2.d	5	0.130
		C3.a	10	0.182
		C1.d	20	0.108
		C2.a	5	0.130
		C3.b	15	0.182
9	Lalu Fikto Alanda Sofia	C5.f	30	0.341
		C1.d	20	0.108
		C2.d	5	0.130
		C4.a	15	0.238
		C4.b	20	0.238

Table 13. Advanced SMARTER Calculation Results

Utility Value	Final Result	Action	Type of Sanction
---------------	--------------	--------	------------------

33.33			
0			
100	29.38	T3	S3
0			
22.22			
0			
0	15.15	T2	S2
0			
44.44			
100			
0	33.36	T3	S3
22.22			
22.22			
66.67			
0	14.78	T2	S2
22.22			
0			
100			
0	29.57	T3	S3
0			
11.1			
22.22			
66.67	14.78	T2	S2
22.22			
66.67			
0	25.4	T3	S3
0			
100			
100			
0	29	T3	S3
100			
22.22	7.58	T1	S1
100			
0			
0	14.13	T2	S2
0			
14			

Table 14. Value Range

No	Value Range	Information
1	1 – 10	Normal
2	11 – 25	Slight/Light
3	26 – 40	Medium
4	41 – 55	Heavy Enough
5	56 – 74	Heavy
6	75 – 100	Very Heavy

Use Case Diagram

- In the Use Case Diagram below, there are 4 actors who play a role in the running of the program. The first actor is the BK teacher, the BK teacher can do the login process, manage data such as student data, violation data, witness data, action data, summons, and change passwords.
- The second actor is students, in this system students can log in and view their own data.
- The third actor is the principal, in this system the principal can log in and see all the existing data. The principal also received a report
- The fourth actor is the student's guardian, in this system the student's guardian can log in and view the data on rules, violations, sanctions and student/children's own data. Guardians of students can also receive summons.



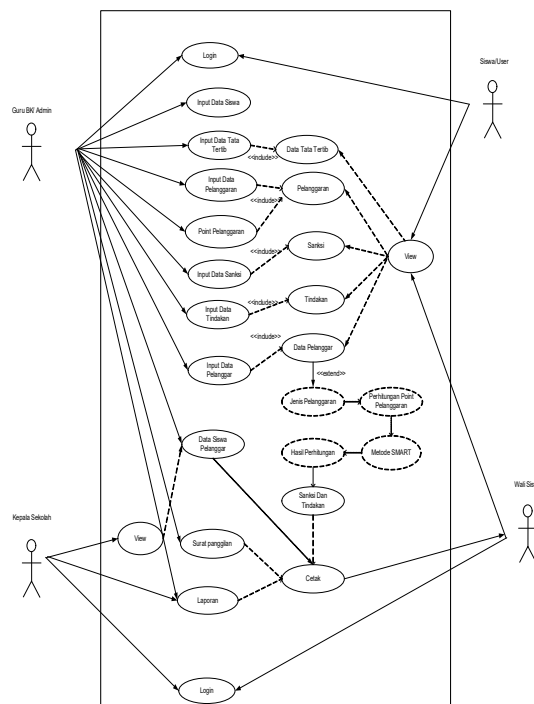


Figure 4. Use Case Diagram

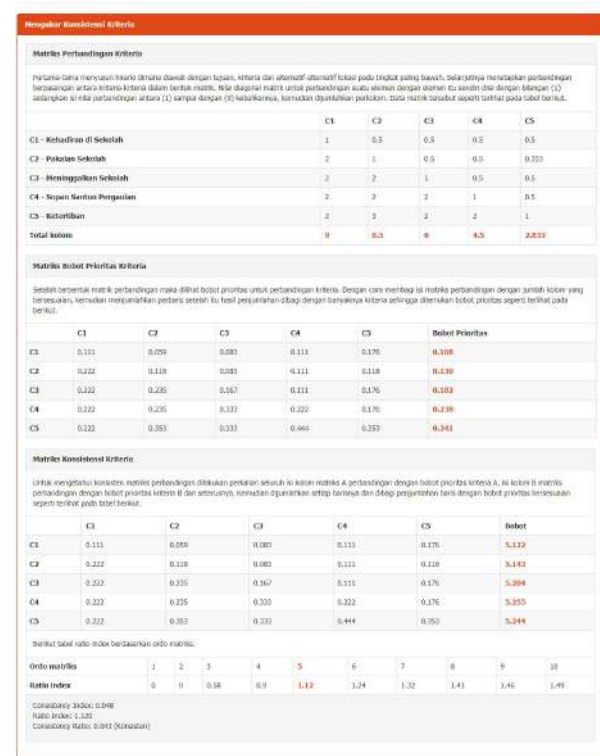


Figure 6. Criteria Weight Calculation

Between Tables Relationships

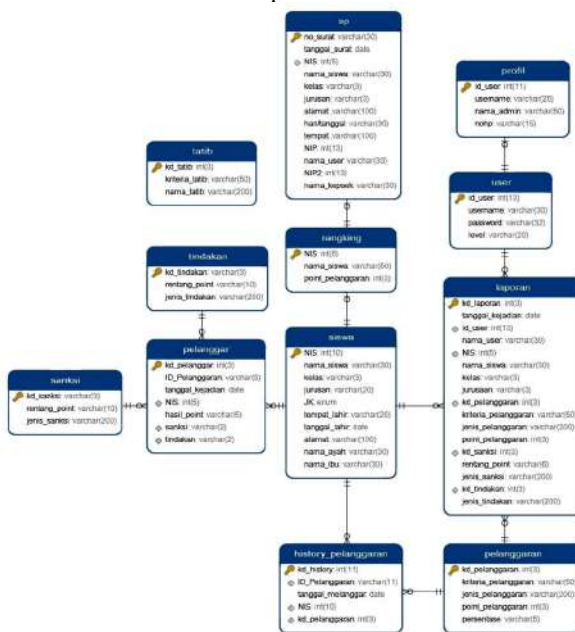


Figure 5. Between Tables relationships

System Implementation

This section will discuss the implementation of system analysis and design. The things discussed in the implementation include the opening view, the main menu display, the sub menu display, the input and output design display[16],[17],[18].[19].[20].
Display of the Criteria Calculation Form using the AHP Method.

Dashboard/Main Page Form Display

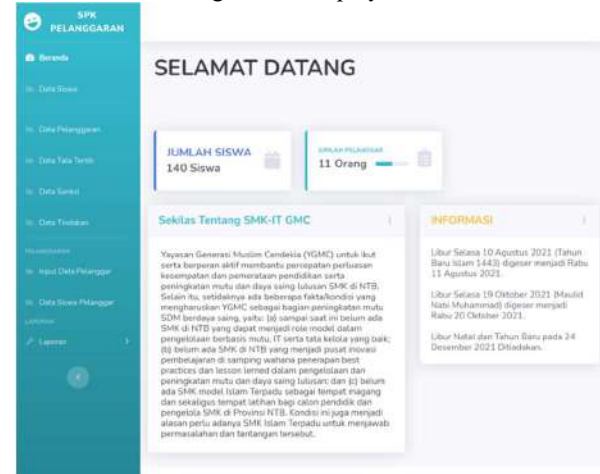


Figure 7. Main Page Form

Student Data Form Display

On the student data page, student data is directly imported into the database by first filling in student data using Microsoft Office Excel because the number of students is quite large.

Figure 8. Student Data Form

Display of Violation Data Form

On the violation data page, each violation is directly inputted by selecting the criteria for the violation, the type of violation, the point of violation and the percentage of weight that has been normalized into decimal form.

Figure 9. Violation Data Form

Display of Rules of Conduct

The fields on the code of conduct data page are the code of conduct and the name of the code of conduct.

Figure10. Rules of Conduct Form

Sanction Form Display

The sanction data page is filled with inputting the sanction code, point range and type of sanction.

Figure 11. Sanction Form

Action Data Form Display

The action data page is filled with inputting the action code, point range and type of action.

Figure12. Action Form

Violator Data Input Form Display

On the violator's data input page, all student data already exists so that if there are students who violate the admin immediately look for the student's name and click the violating button.

Figure 13. Violator Data Input Form

After selecting the violating student, it will be processed by selecting the criteria for the violation and the type of violation then the violation process.

Figure 14. Student Violation Filling Page

Display of Violation Point Calculation Result Form
The results obtained after all violations are processed are the display of the number of points, the sanctions obtained and the actions to be taken by the Counseling Guidance teacher. After the calculation results appear, the Admin can print the results by clicking the print results button.

Figure 15. Violation Point Calculation Results Page

YASIN, 2013		Gedung Kedinasan	
		DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN	
		YAYASAN GENERASI MUSLIM CENDEKIA	
		SMK-IT GMC	
		KARTU PELANGGARAN SISWA	
		TANGGAL 2021-09-08	
Daftar Siswa		Daftar Pelanggaran	
Nama	SALY KASIRINA	No. Kartu Pelanggaran	Pada Pelanggaran
Tempat Lahir	Kuta, 2001-09-01	1. C1 - Kehadiran di Sekolah	2. Tidak masuk tanpa izin/tidak datang beresponnya, alpha 4-4 kali
Kelas	3D1		10 0,500
Aurutan	ADP	3. C1 - Kehadiran di Sekolah	3. Tidak masuk tanpa izin/tidak datang beresponnya, alpha 4-4 kali
Jenis Kelamin	P		10 0,500
Kelas II	Kuta II	4. C2 - Serangan di Sekolah	4. Memukul guru dalam kelas/ tidak ikut program
Alamat	MULHANN		5 0,300
Nama Ayah	Ginting	5. C2 - Serangan di Sekolah	5. Memukul guru dalam kelas/ tidak ikut program
Nama Ibu	Ginting		5 0,300
		6. C3 - Absensi di Sekolah	6. Absen lebih banyak
			15 0,500
		7. C4 - Sanksi di Sekolah	7. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		8. C5 - Sanksi di Sekolah	8. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		9. C6 - Sanksi di Sekolah	9. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		10. C7 - Sanksi di Sekolah	10. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		11. C8 - Sanksi di Sekolah	11. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		12. C9 - Sanksi di Sekolah	12. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		13. C10 - Sanksi di Sekolah	13. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		14. C11 - Sanksi di Sekolah	14. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		15. C12 - Sanksi di Sekolah	15. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		16. C13 - Sanksi di Sekolah	16. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		17. C14 - Sanksi di Sekolah	17. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		18. C15 - Sanksi di Sekolah	18. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		19. C16 - Sanksi di Sekolah	19. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		20. C17 - Sanksi di Sekolah	20. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		21. C18 - Sanksi di Sekolah	21. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		22. C19 - Sanksi di Sekolah	22. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		23. C20 - Sanksi di Sekolah	23. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		24. C21 - Sanksi di Sekolah	24. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		25. C22 - Sanksi di Sekolah	25. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		26. C23 - Sanksi di Sekolah	26. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		27. C24 - Sanksi di Sekolah	27. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		28. C25 - Sanksi di Sekolah	28. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		29. C26 - Sanksi di Sekolah	29. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		30. C27 - Sanksi di Sekolah	30. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		31. C28 - Sanksi di Sekolah	31. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		32. C29 - Sanksi di Sekolah	32. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		33. C30 - Sanksi di Sekolah	33. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		34. C31 - Sanksi di Sekolah	34. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		35. C32 - Sanksi di Sekolah	35. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		36. C33 - Sanksi di Sekolah	36. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		37. C34 - Sanksi di Sekolah	37. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		38. C35 - Sanksi di Sekolah	38. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		39. C36 - Sanksi di Sekolah	39. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		40. C37 - Sanksi di Sekolah	40. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		41. C38 - Sanksi di Sekolah	41. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		42. C39 - Sanksi di Sekolah	42. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		43. C40 - Sanksi di Sekolah	43. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		44. C41 - Sanksi di Sekolah	44. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		45. C42 - Sanksi di Sekolah	45. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		46. C43 - Sanksi di Sekolah	46. Tidak masuk atau tidak beresponnya
			15 0,500
		47. C44 - Sanksi di Sekolah	47. Tidak masuk atau tidak beresponnya

Figure 16. Violation Result Print Form page

Based on the research carried out up to the stage of designing, implementing, and testing the software, it can be concluded that from testing the process of calculating student discipline violations with the AHP-SMARTER method, it can be used and is able to provide the right solution in making decisions about giving sanctions to participants. students who violate school rules. From the results of this study, the 5 highest violations committed by students were taken by looking at the first violation point 78.5 sanctions given S6 and actions taken by T6, the two students with 46.5 violation points with S4 sanctions and T4 sanctions, the third students with 31.25 violation points with S3 sanctions and T3 sanctions, the four students with 21.5 violation points with S2 sanctions and T2 actions and the five students with violation points 15.75 with a S2 sanction and T2 action. The decisions taken by the Counseling Guidance Teachers, homeroom teachers and principals can be accounted for with the support of model calculations in the decision support system.

The author would like to thank Ristekbrin who has fully funded this research through the Penelitian Dosen Pemula (PDP) Grant for the 2020 Proposed Year and the 2021 implementation year, all agencies and individuals who have provided support and assistance during the implementation of the research.

- [1] Riski, Dahana Erpa, Tommy, Hendrawan Aloysius, and Anardani Sri, "Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Sanksi Pelanggaran Siswa Menggunakan Metode SMARTER ," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, pp. 286-292, 2018.
- [2] Mesliani, Solikhun, and Fauzan M, "Sistem Pendukung Keputusan Dalam Penentuan Sanksi Pelanggaran Peraturan Sekolah Bagi Siswa Sekolah Dasar Negeri 098023Kecamatan Bosar Maligas," in *Seminar Nasional Matematika dan Terapan*, Medan, 2019, pp. 538-544.

- [3] Taufan, Asri, Zaen Mohammad, Daniatan, Janiah Baiq, and Fadli Sofiansyah, "Penerapan Metode SMART Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Sanksi Pelanggaran Tata Tertib Siswa (Studi Kasus: SMK Negeri 1 Pujut)," *MISI (Jurnal Manajemen informatika & Sistem Informasi)*, vol. 4, no. 1, pp. 63-72, 2021.
- [4] Siregar Juarni, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Konseling Siswa, Menggunakan Pendekatan AHP-TOPSIS," *Jurnal Sistem Informasi Smik Antar Bangsa*, vol. 6, no. 2, pp. 107-122, 2017.
- [5] Deswari Alan, "Sistem Pengambilan Keputusan Pemberian Sanksi Pelanggaran Kedisiplinan Pada SMP 1 Muhammadiyah Talang Padang," *Proceding KMSI (Konferensi Mahasiswa Sistem Informasi)*, pp. 39-51, 2014.
- [6] Delli, Wihartiko Fajar, Tita, Tosida Eneng, and Jaman, Sentosa Lola, "Sistem Penunjang Keputusan Strategi Tindakan Atas Pelanggaran Siswa Dengan Metode Analytical Network Process," *Komputasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer dan Matematika*, vol. 15, no. 1, pp. 102-110, 2018.
- [7] Perdana Adidtya and Budiman Arief, "Analysis of Multi-attribute Utility Theory for College Ranking Decision Making," *Sinkron : Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 19-26, 2020.
- [8] Kusumadewi Sri, Hartati Sri, Harjoko Agus, and Wardoyo Retantyo, *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [9] Kusrini, *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Andi, 2007.
- [10] Fadli Sofiansyah, Imtihan Khairul, and Fahmi Hairul, *Mengenai dan Memahami Sistem Pendukung Keputusan*. Jawa Tengah: CV. Amerta Media, 2020.
- [11] Sa'adati Yuan, Fadli Sofiansyah, and Imtihan Khairul, "Analisis Penggunaan Metode AHP dan MOORA untuk Menentukan Guru Berprestasi sebagai Ajang Promosi Jabatan," *SINKRON (Jurnal & Penelitian Teknik Informatika)*, vol. 3, no. 1, pp. 82-90, 2018.
- [12] Ipinuwati Sri, "Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Sanksi Pelanggaran Kedisiplinan Siswa Pada Smk PGRI I Kedondong," *Jurnal Informatika*, vol. 14, no. 2, pp. 153-168, 2014.
- [13] Fadli Sofiansyah and Imtihan Khairul, "Penerapan multi-Objective Optimization On The Basis Of Ratio Analysis (MOORA) Method Dalam Mengevaluasi Kinerja Guru Honorer," *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, vol. 2, no. 2, pp. 10-19, 2019.
- [14] Maryaningsih and Suranti Dewi, "Penerapan Metode Simple Multi Atributte Rating Technique Dalam Pemilihan Dosen Terbaik," *JIKO (Jurnal Informatika dan Ilmu Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 8-15, 2021.
- [15] S. Pressman Roger, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. New York: Mc Graw Hill, 2009.
- [16] Dwi, Lestari Yuyun and Mardiana, "Decision Support System For Determining the Best College High Private Using Topsis Method," *Sinkron : Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 27-33, 2020.
- [17] Cahyo, Buono Lintang, Pandiangan Nurlala, and Zubaedah Reza, "Implementation of the Simple Multi Attribute Ranking Technique Method as a Model for Decision Making in Determining the Talents and Interests of Children in Continuing Education," in *Journal of Physics: Conference Series*, Indonesia, 2021, pp. 1-6.
- [18] Syahrian, Harahap Ahmad and Firman, "Sistem Pengaduan Layanan Gangguan Pelanggan Speedy Rantaprapat Berbasis WEB," *U-NET : Jurnal Teknik Informatika*, pp. 1-5, 2017.
- [19] Mariskhana Kartika, Dewi, Sintawati Ita, Widiarina, and Rusdiansyah, "Decision Support System for increasing position of Office at PT. Gramedia Asri Media using Profile Matching Method," *Kartika, Mariskhana; Ita, Dewi, Sintawati; Widiarina; Rusdiansyah*, vol. 5, no. 2, pp. 221-228, 2021.
- [20] Destiana Henny, Sudradjat Adjat, and Amira, Sefenizka Aprilah, "Decision Support System for Determining Exemplary Students Using SAW Method," *Sinkron : Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 138-145, 2020.

