

Implementasi Metode AHP Untuk Menentukan Pilihan Set-Top Box TV

Pandji Iman Syach Putra¹, Imam Husni Al Amin²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika,
Universitas Stikubank UNISBANK, Semarang, Indonesia
Email: ¹pandjiimansp001@gmail.com, ²imam@edu.unisbank.ac.id

Abstrak– Salah satu cara untuk tetap menikmati siaran digital tanpa harus mengganti televisi analog ke digital adalah dengan menggunakan alat yang disebut dekoder. Alat tersebut berfungsi untuk mengubah sinyal digital menjadi gambar dan suara yang dapat ditampilkan pada tv analog biasa. Ada banyak merek set-top box dengan spesifikasi dan harga yang berbeda-beda. Hal ini menyulitkan masyarakat untuk menentukan pilihan terbaik berdasarkan kebutuhannya karena kurangnya pemahaman. Maka dari permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem pendukung keputusan untuk membantu masyarakat dalam memilih dekoder. Sistem ini dapat membantu masyarakat untuk menentukan pilihan berdasarkan kriteria yang telah disediakan oleh sistem dan ditentukan oleh pengguna. Kriteria yang digunakan dalam sistem meliputi Harga, Resolusi, Fitur EWS (Early Warning System), Garansi, dan Sertifikat. Sistem pendukung keputusan pemilihan Set-Box ini menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Metode ini digunakan karena dapat memberikan keputusan terbaik berdasarkan nilai tertinggi sampai nilai terendah. Selain itu, metode ini dapat diandalkan karena suatu prioritas disusun dari berbagai pilihan yang dapat berupa kriteria yang telah didekomposisi sebelumnya (terstruktur) sehingga penetapan prioritas didasarkan pada proses yang terstruktur dan dapat membantu menyelesaikan masalah yang kompleks dengan menyusun suatu hierarki kriteria. kriteria dilakukan secara subjektif oleh pihak-pihak yang berkepentingan kemudian menarik berbagai pertimbangan guna mengembangkan bobot atau prioritas. Hasil dari penelitian ini adalah sistem pendukung keputusan yang dapat memberikan rekomendasi pemilihan dekoder terbaik untuk siaran tv digital berdasarkan nilai tertinggi hingga terendah menggunakan metode AHP. Dari hasil perhitungan didapatkan untuk POLYTRON PDV 600T2 mendapatkan nilai 0.457043746, sedangkan MATRIX APPLE dengan nilai 0.301321399 kemudian EVENIX H1 dengan nilai 0.241634855. Maka berdasarkan hasil pemeringkatan akhir yang diperoleh untuk masing-masing alternatif tersebut, dapat disimpulkan bahwa merek POLYTRON PDV 600T2 layak untuk dijadikan pilihan terbaik karena memiliki nilai tertinggi dari ketiga alternatif lainnya. Hasil tersebut diperoleh dari proses seleksi menggunakan lima kriteria yang telah ditentukan dan telah dihitung menggunakan metode AHP. Masyarakat dapat menggunakan sistem ini dengan mudah karena berbasis website yang dibuat dengan menggunakan database HTML, CSS, PHP, Javascript, dan MYSQL..

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Analytical Hierarchy Process, Set-top box

Abstract– One way to keep enjoying digital broadcasts without having to change analog television to digital is to use a device called a set-top box. The tool serves to convert digital signals into images and sound that can be displayed on ordinary analog tv. There are many brands of set-top boxes with different specifications and prices. This makes it difficult for the community to make the best choice based on their needs due to a lack of understanding. So from these problems, a decision support system is needed to assist the community in choosing a set-top box. This system can help the community to make choices based on criteria that have been provided by the system and determined by the user. The criteria used in the system include Price, Resolution, EWS (Early Warning System) Features, Warranty, and Certificate. This Set-Box selection decision support system uses the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. This method is used because it can provide the best decision based on the highest value to the lowest value. In addition, this method is reliable because a priority is compiled from various options which can be in the form of criteria that have been previously decomposed (structured) so that priority setting is based on a structured process and can help solve complex problems by compiling a hierarchy of criteria. criteria are carried out subjectively by interested parties and then draw various considerations in order to develop weights or priorities. The results of this study are a decision support system that can provide recommendations for selecting the best set-top box for digital tv broadcasts based on the highest to lowest values using the AHP method. From the calculation results, it is obtained for POLYTRON PDV 600T2 to get a value of 0.457043746, while MATRIX APPLE with a value of 0.301321399 and then EVENIX H1 with a value of 0.241634855. So based on the final ranking results obtained for each of these alternatives, it can be concluded that the POLYTRON PDV 600T2 brand deserves to be used as the best choice because it has the highest value of the other three alternatives. These results are obtained from the selection process using five predetermined criteria and have been calculated using the AHP method. People can use this system easily because it is based on a website made using HTML, CSS, PHP, Javascript, and MYSQL databases..

Keywords: Decision Support System, Analytical Hierarchy Process, Set-top box

1. PENDAHULUAN

Menonton acara tv sudah menjadi bagian dari kebiasaan orang baik untuk mencari informasi ataupun sekedar hiburan. Bahkan beberapa orang memutuskan untuk berlangganan tv berbayar agar dapat menonton tayangan tv dengan jangkauan siaran yang lebih banyak lagi. Untuk bisa menikmati siaran digital terdapat dua pilihan yaitu dengan mengganti televisi analog ke digital atau menggunakan alat yang namanya set-top box. Set-top box adalah alat yang berfungsi untuk mengonversi sinyal digital menjadi gambar dan suara yang dapat ditampilkan pada televisi analog biasa. Saat ini beredar kabar bahwa Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) akan mulai menghentikan siaran tv analog secara bertahap. Keputusan tersebut juga tertuang dalam peraturan pemerintah (PP) 46 tahun 2021 tentang pos, telekomunikasi dan penyiaran. Pada pasal 97 disebutkan bahwa Lembaga Penyiaran Publik (LPP), Swasta (LPS) dan Komunitas (LPK) dapat bersiaran secara analog dan digital bersamaan (*simulcast*) sampai dengan waktu penghentian siaran televisi analog. Dan selanjutnya wajib menghentikan siaran televisi analog paling lambat tanggal 2 November 2022 pukul 24.00 Waktu Indonesia Barat serta melaksanakan penyelenggaraan penyiaran secara digital melalui *multipleksing*, melakukan penyesuaian IPP dan mengembalikan ISR untuk televisi analog kepada Menteri [1]. Bagi masyarakat yang masih ingin menggunakan televisi analognya, menggunakan set-top box bisa menjadi pilihan yang tepat karena tidak perlu membeli televisi baru lagi. Set-top box ini sudah mendukung digital *video broadcasting – second generation terrestrial (DVB-T2)* atau standar televisi di Indonesia. Set-top box tidak memerlukan parabola khusus dalam menerima sinyal digital, cukup menggunakan antena UHF-VHF saja. Setelah perangkat set-top box terhubung dengan tv analog, cukup dengan melakukan pengaturan pada televisi dan memilih auto scan untuk memindai program-program dari siaran televisi digital. Masyarakat pun juga harus mengetahui apa perbedaan dari tv analog dan tv digital yang tentunya sudah memiliki siaran digital. Perbedaan yang paling mendasar adalah sistem penyiaran televisi analog dan digital terletak pada penerimaan gambar lewat pemancar. Untuk televisi analog semakin jauh alat penerima sinyal atau disini adalah televisi dari stasiun pemancar televisi, maka sinyal akan melemah dan penerimaan gambar menjadi buruk. Sedangkan untuk televisi digital sudah mendapatkan siaran gambar yang jernih dan dapat dinikmati sampai titik dimana tidak terjangkau sinyal sama sekali atau sinyal tidak dapat diterima lagi. Maka dari itu, beralihnya siaran analog ke siaran digital akan membuat masyarakat nyaman dalam menikmati siaran tv dengan kualitas gambar yang bagus dan jernih. Set-top box menjadi pilihan yang tepat karena harga yang terjangkau dibandingkan harus mengganti sekaligus tv analog ke tv digital. Karena ada informasi yang mengharuskan masyarakat untuk beralih dari tv analog ke tv digital, set-top box pun banyak dijual dengan berbagai merk, harga dan kualitas spesifikasi yang berbeda. Bagi orang yang tidak paham mengenai spesifikasinya, tentu akan membuat bingung untuk dapat menentukan pilihan set-top box terbaik sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan adanya sistem yang dapat menentukan keputusan untuk menentukan pilihan set-top box terbaik. Penerapan sistem pendukung keputusan dalam pemilihan set-top box menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*. metode tersebut dipilih karena mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah multi-kriteria yang berdasar pada perbandingan preferensi dari setiap elemen dalam hirarki [2].

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan salah satu metode yang sering digunakan oleh peneliti lain untuk melakukan suatu penelitian terutama yang berkaitan dengan pengambilan keputusan. Perhitungan dilakukan dengan mencari nilai bobot masing-masing kriteria dan alternatif yang telah ditentukan kemudian hasil akhir berupa perbandingan tiap alternatif yang merupakan tahap akhir dalam perhitungan. Penelitian sejenis menggunakan metode AHP sudah pernah dilakukan sebelumnya seperti yang dilakukan Setiawan dkk tahun 2020 dengan tema “*AHP Method for Selecting Wood As Furniture Raw Material*”. Penelitian ini mengangkat masalah mengenai kurangnya pengetahuan tentang industri furnitur di industri tersebut yang menyebabkan masalah untuk memilih keputusan dalam menentukan bahan kayu dan produk mebel yang berkualitas. Dari permasalahan tersebut dikembangkan sebuah sistem pendukung keputusan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* menggunakan kualitas kayu dengan parameter kelayakan yang terdiri dari lima kriteria, yaitu Sifat Fisik Fisik, Mekanik Sifat Mekanik Kayu, Kelas Kayu, Zaman Kayu dan Zat Kayu dari beberapa sampel. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu keputusan dari data untuk menentukan suatu keputusan dengan sistem pendukung keputusan pembelian material kayu pada perusahaan industri furnitur dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*. Setelah dilakukan pengujian maka dapat disimpulkan bahwa keputusan yang diperoleh sudah layak digunakan oleh staf dan atasan serta siap untuk diimplementasikan [3]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ardi dkk tahun 2020 mengenai “*Sistem Pendukung Keputusan Prioritas Persediaan Tools Menggunakan Metode Fuzzy AHP*”. Penelitian ini mengangkat masalah mengenai proses penentuan prioritas alat inventaris dan monitoring yang masih menggunakan alat manual dan metode subjektif, Sehingga menyebabkan kemungkinan kurang tepat dalam menentukan prioritas persediaan alat yang harus segera tersedia. Metode ini dianggap lebih baik dalam proses alat manajemen inventaris ke maksimum. Hasil pengujian membuktikan bahwa fuzzy AHP metode memiliki tingkat kriteria yang penting sehingga nilai bobot yang dihasilkan lebih detail. Hasil dari sistem ini berupa alat monitoring sistem yang dilengkapi dengan pendukung keputusan sistem dalam menentukan prioritas alat terbaik inventaris [4]. Berdasarkan penelitian yang sudah ada sebelumnya, peneliti ingin mengusulkan sebuah ide

penelitian yaitu, sistem pendukung keputusan pemilihan set-top box terbaik untuk siaran tv digital menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*. Pada penelitian ini, terdapat perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya diantaranya, pada objek penelitian yang diusulkan kali ini yaitu set-top box, belum pernah digunakan pada penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan metode AHP. Oleh karena itu, penulis ingin menggunakan objek penelitian tersebut untuk membuat sebuah sistem pendukung keputusan untuk membantu masyarakat dalam menentukan pilihan set-top box terbaik berdasarkan hasil nilai akhir perankingan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sistem Pendukung Keputusan

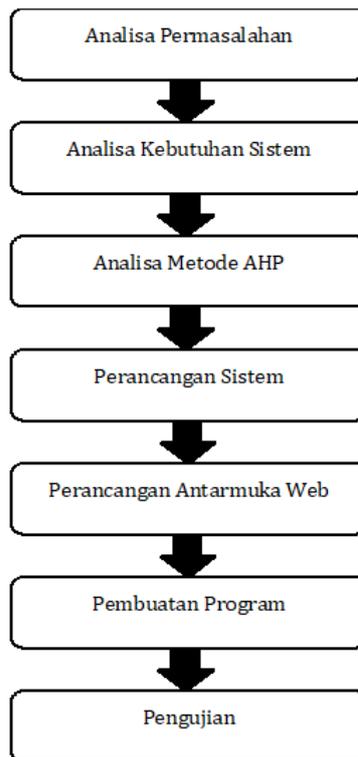
Sistem pendukung keputusan adalah sistem yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan. Namun, pengambilan keputusan adalah proses yang penuh ketidakpastian dan ketidakjelasan dengan mempertimbangkan karakteristik dari setiap evaluasi kriteria yang diperhitungkan memiliki pengaruh yang sangat besar [5].

2.2 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode AHP merupakan metode yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem pendukung keputusan pemilihan set-top box ini. Metode ini dapat memberikan suatu keputusan terbaik berdasarkan kriteria dan alternatif yang sudah ditentukan dan merupakan salah satu metode MCDM (*Multi Criteria Decision Making*) yang pada awalnya dikembangkan oleh Prof. Thomas L. Saaty pada tahun 1977. *Multi-Criteria Decision Making* adalah teknik yang berisi seperangkat metode yang diatur yang membantu untuk membuat keputusan kritis berdasarkan beberapa kriteria yang mengorbit keputusan itu. Metode MCDM sangat cocok dalam situasi ketika keputusan harus didasarkan pada banyak evaluasi dan ketidaksetujuan [6]. AHP termasuk dalam metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang memecahkan masalah kompleks dengan cara yang lebih sederhana. Model metode tersebut didasarkan pada partisipasi aktif pembuat keputusan dalam seluruh alur kerja metodologis [7]. Analytical Hierarchy Process adalah algoritma populer yang digunakan dalam studi yang berkaitan dengan evaluasi kecenderungan fenomena risiko [8]. Implementasi metode didasarkan pada tiga prinsip dasar yaitu mendeteksi masalah dan membuat hierarchy, membuat matriks preferensi pengambilan keputusan komparatif, dan menentukan bobot faktor. Kemudian menggunakan perbandingan kriteria berpasangan untuk menentukan kriteria mana yang lebih penting dari kriteria lainnya. Masing-masing faktor dibandingkan sebagai nilai biner menggunakan metode perbandingan berpasangan, dan nilai relatif dinilai sesuai dengan tingkat kepentingan satu sama lain, berdasarkan kriteria [9].

2.3 Skema Alur Penelitian

Berikut ini adalah tahapan yang menggambarkan urutan logis untuk mendapatkan hasil penelitian ini seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian.

1. Analisa Permasalahan
Kegiatan analisa permasalahan dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap pengguna set-top box yang nantinya akan memberikan penilaian terhadap kriteria dan alternatif yang sudah disediakan.
2. Analisa Kebutuhan Sistem
Analisa kebutuhan sistem dilakukan dengan mengumpulkan data dari hasil pengisian kuisisioner yang disebarkan pada pengguna set-top box.
3. Analisa Metode AHP
Metode ini dipilih karena merupakan salah satu metode yang dapat memecahkan masalah dengan hasil akhirnya adalah keputusan terbaik yang dibutuhkan pada sistem pendukung keputusan pemilihan set-top box.
4. Perancangan Sistem
Proses perancangan sistem bertujuan untuk mendesain atau merancang bentuk yang nantinya akan diimplementasikan atau diterapkan pada sistem.
5. Perancangan Antarmuka Web
Kegiatan perancangan antarmuka web dilakukan bertujuan untuk menghubungkan kepada pengguna tentang sistem yang dibuat agar dapat menggunakannya lebih mudah dan memahami bagian dari antarmuka web.
6. Pembuatan Program
Pembuatan program dilakukan berdasarkan rancangan antarmuka web yang sebelumnya sudah dibuat. Program yang digunakan meliputi HTML (*HyperText Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheet*), PHP (*Hypertext Preprocessor*), Javascript, database MySQL (*Structured Query Language*).
7. Pengujian
Kegiatan pengujian dilakukan dengan memasukkan nilai perbandingan kriteria dan alternatif yang didapat melalui kuisisioner ke dalam sistem. Kemudian dilakukan pengecekan apakah hasilnya sama dengan perhitungan manual.

2.4 Analisis Data

Metode yang digunakan untuk analisis data adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP), salah satu metode yang paling efisien untuk membuat keputusan yang rumit [10]. Metode ini digunakan karena sangat cocok dan fleksibel digunakan untuk menentukan keputusan yang menolong seseorang untuk mengambil keputusan secara efektif berdasarkan segala aspek yang dimilikinya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan dengan menyebarkan kuisisioner kepada responden yang

merupakan pengguna set-top box. Responden yang digunakan sebanyak 7 orang. Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur, pengamatan langsung dan wawancara.

2.5 Prosedur Analytical Hierarchy Process (AHP)

Langkah-langkah dalam dalam penyusunan metode meliputi :

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi.
Yang dimaksud adalah menentukan masalah yang akan dipecahkan secara jelas, detail dan mudah dipahami. Dari masalah yang ada mencoba untuk menentukan solusi yang mungkin cocok bagi masalah tersebut. Solusi dari masalah bisa berjumlah lebih dari satu. Solusi tersebut nantinya akan dikembangkan lebih lanjut ke tahap selanjutnya.
2. Membuat model hirarki yang diawali dengan tujuan, kriteria dan paling bawah adalah alternatif. Model hirarki bisa dilihat pada Gambar 2.
3. Menentukan prioritas kriteria dan alternatif.
Dengan naluri, manusia dapat memperkirakan besaran sederhana melalui inderanya. Proses yang mudah adalah dengan membandingkan dua hal dengan keakuratan perbandingan yang dapat dipertanggung jawabkan dapat dipertanggungjawabkan. Untuk menilai perbandingan tingkat kepentingan elemen, Saaty menetapkan skala kuantitatif 1 sampai 9 [2]. Skala penilaian perbandingan berpasangan bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala penilaian perbandingan berpasangan.

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama penting
3	Relatif agak lebih penting
5	Lebih penting
7	Sangat lebih penting
9	Mutlak lebih penting
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara dua pertimbangan yang berdekatan

Penilaian tingkat prioritas dilakukan terhadap satu kriteria dengan kriteria lainnya. Dalam proses perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*), penentuan tingkat prioritas antar kriteria menggunakan skala bilangan 1 sampai 9 seperti pada Tabel 1. Agar prioritas dari keseluruhan kriteria diketahui, masing-masing kriteria harus dilakukan proses perbandingan berpasangan. Kriteria-kriteria yang memiliki nilai masing-masing tersebut dibandingkan sesuai penilaian atau pilihan yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot prioritas.

4. Menghitung bobot prioritas dan Menguji konsistensi.
Pengisian ulang perbandingan dilakukan apabila bobot prioritas tidak konsisten. Perhitungan bobot prioritas dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 - a. Tahapan menghitung bobot prioritas
 1. Menjumlahkan nilai pada kolom dan melakukannya pada setiap kolom matriks.
 2. Membagi setiap nilai dalam satu kolom tersebut.
 3. Menjumlahkan nilai pada setiap baris selanjutnya dibagi dengan jumlah kriteria.

$$\text{Nilai Prioritas} = \frac{\text{Jumlah nilai kriteria per baris}}{n \text{ (jumlah kriteria)}} \quad (1)$$

- b. Uji Konsistensi
 1. Menghitung λ maks dengan cara menjumlahkan semua hasil lamda.
 2. Menghitung *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR). Matriks perbandingan disebut konsistensi jika nilai CR < 0,1.

$$CI = \frac{\lambda \text{ maks} - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Nilai RI (*Random Index*) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Daftar *Index Random Consistency* (RI).

n	1-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

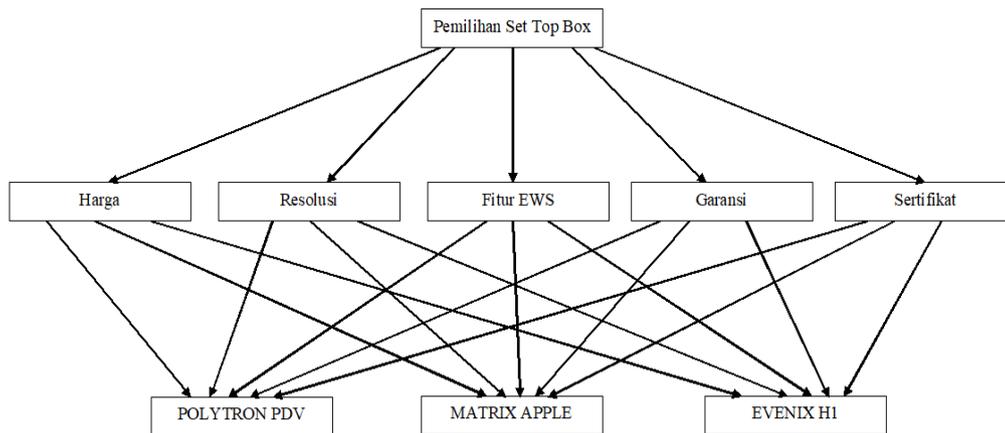
Untuk mendapatkan hasil rangking secara keseluruhan maka dilakukan perhitungan untuk menentukan bobot di setiap kriteria. Data hasil perbandingan yang diperoleh dari kuisiner pada responden akan dimasukkan kedalam matriks perbandingan. Tahapan ini akan dijelaskan proses perhitungan dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process yang digunakan untuk menghitung pemilihan set-top box untuk siaran tv digital. Hasil perhitungan dilakukan terhadap studi kasus yang ada yaitu dengan melakukan perhitungan menggunakan metode AHP untuk pemilihan set-top box tv dengan kriteria sebanyak lima kriteria yaitu harga, resolusi, fitur EWS, garansi, dan sertifikat. Dari kriteria yang ada maka tersedia juga beberapa alternatif set-top box yang nantinya akan dipilih oleh pengguna. Terdapat tiga alternatif set op box diantaranya adalah POLYTRON PDV 600T2, MATRIX APPLE, EVENIX H1.

Metode AHP membagi masalah pengambilan keputusan yang kompleks menjadi tiga lapisan: tujuan, kriteria, dan alternatif. Selanjutnya adalah menggunakan perbandingan berpasangan antara kriteria dan alternatif dari setiap faktor untuk menentukan kepentingan relatif dari faktor tersebut berdasarkan pendapat pengguna set-top box dari kuesioner yang sudah dibuat. Perhitungan rinci diberikan dalam publikasi. Metode ini menggunakan angka tegas untuk mengekspresikan preferensi pengambil keputusan terhadap alternatif dalam perbandingan berpasangan. Namun, pendapat pembuat keputusan mungkin tidak dapat ditangkap dengan baik oleh nilai yang tepat. Sebaliknya, pengambil keputusan mungkin lebih percaya diri dalam memberikan penilaian interval dalam hal nilai terkecil, nilai yang paling mungkin, dan nilai terbesar [11]. Untuk proses pengambilan keputusan dalam metode Analytical Hierarchy Process pada dasarnya adalah memilih suatu alternatif yang terbaik. Seperti melakukan penstrukturan persoalan, penentuan alternatif-alternatif, penetapan nilai kemungkinan untuk suatu variabel, penetapan nilai, dan persyaratan nilai preferensi. Sesuatu yang penting yang harus dimiliki pada metode ini adalah memiliki sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Dengan hirarki, suatu masalah kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan ke dalam kelompok-kelompoknya dan diatur menjadi suatu bentuk hirarki.

3.1 Perhitungan AHP

a. Struktur Model Hirarki

AHP diusulkan untuk memodelkan masalah kompleks penelitian operasional dalam struktur hierarchys yang menunjukkan hubungan antara tujuan, sasaran, sub-tujuan, dan alternatif. Kemudian menghitung kepentingan relatif dan perbandingan berpasangan yang memberikan nilai referensi di antara kriteria menggunakan skala penilaian Saaty [12]. Tujuan dibuatnya model hirarki ini adalah agar lebih mudah dalam mendefinisikan setiap langkah dan tujuan dalam proses penentuan pemilihan set-top box ini. Hirarki utama (paling atas) adalah tujuan yang akan dicapai atau penyelesaian persoalan / masalah yang dikaji. Hierarchy tengah yaitu hal – hal apa saja yang mesti terpenuhi oleh seluruh penyelesaian agar layak sebagai pilihan yang terideal, dan Hirarki paling bawah adalah pilihan penyelesaian masalah. PCM (*Pairwise Comparison Method*), yang dikembangkan oleh Saaty's pada tahun 1980 dengan nama proses hirarki analisis (AHP), dianggap sebagai metode yang efektif untuk menangani masalah pengambilan keputusan yang kompleks [13]. Gambar Struktur Model Hirarki bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hierarchy AHP Penentuan Pemilihan Set-top box.

Keterangan Gambar 2:

1. Tujuan = Pemilihan Set-top box
2. Kriteria = Harga, Resolusi, Fitur EWS, Garansi, Sertifikat
3. Alternatif = POLYTRON PDV 600T2, MATRIX APPLE, EVENIX H1

b. Nilai Matriks Kriteria.

Langkah perhitungan selanjutnya adalah menghitung nilai matriks kriteria. Pada tahap ini dilakukan perbandingan antar kriteria dengan menggunakan skala nilai 1-9. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan berdasarkan "judgment" dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Penyusunan kriteria matriks dilakukan dengan cara memasukkan nilai perbandingan kriteria yang didapatkan dari hasil kuisioner perbandingan kriteria. Nilai matriks perbandingan berpasang bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Perbandingan Kriteria.

Kriteria	Harga	Resolusi	Fitur EWS	Garansi	Sertifikat
Harga	1	2	2	2	3
Resolusi	1/2	1	2	1	2
Fitur EWS	1/2	1/2	1	2	4
Garansi	1/2	1	1/2	1	4
Sertifikat	1/3	1/2	1/4	1/4	1

c. Menjumlahkan dan mengubah nilai matriks kriteria ke nilai desimal.

Dalam matriks nilai perbandingan kriteria Tabel 3, bilangan pecahan diubah menjadi bilangan desimal. Selanjutnya akan dihitung jumlah angka pada baris dalam satu kolom setiap kriteria. Penjumlahan dilakukan pada baris dalam setiap masing-masing kolom hingga kolom terakhir. Setelah matriks diubah menjadi pecahan desimal dan dilakukan penjumlahan angka pada baris dalam kolom setiap kriteria, maka diperoleh Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Jumlah dan Nilai Desimal Perbandingan Kriteria.

Kriteria	Harga	Resolusi	Fitur EWS	Garansi	Sertifikat
Harga	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00
Resolusi	0,50	1,00	2,00	1,00	2,00
Fitur EWS	0,50	0,50	1,00	2,00	4,00
Garansi	0,50	1,00	0,50	1,00	4,00
Sertifikat	0,33	0,50	0,25	0,25	1,00
Jumlah	2,83	5,00	5,75	6,25	14,00

d. Nilai Eigen (Matriks kriteria per kolom) dan prioritas.

Jumlah hasil angka pada baris dalam satu kolom tersebut digunakan untuk mencari nilai matriks kriteria per kolom atau *nilai eigen* yang diperoleh dari hasil bagi nilai setiap kolom dibagi jumlah nilai setiap kolom.

Kemudian diperoleh jumlah nilai kriteria untuk menentukan nilai prioritas dengan membagi jumlah kriteria atau nilai *eigen* per baris dengan jumlah kriteria. Setelah dilakukan perhitungan nilai matriks kriteria per kolom, jumlah nilai kriteria per baris, dan nilai prioritas, maka diperoleh hasil pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Matriks jumlah nilai kriteria per kolom atau *eigen* dan prioritas.

Kriteria	Harga	Resolusi	Fitur EWS	Garansi	Sertifikat	Jumlah	Prioritas
Harga	0,35	0,40	0,35	0,32	0,21	1,64	0,33
Resolusi	0,18	0,20	0,35	0,16	0,14	1,03	0,21
Fitur EWS	0,18	0,10	0,17	0,32	0,29	1,06	0,21
Garansi	0,18	0,20	0,09	0,16	0,29	0,91	0,18
Sertifikat	0,12	0,10	0,04	0,04	0,07	0,37	0,07

e. Menghitung lamda maks

Pada tahap ini dilakukan perhitungan lamda maks dengan cara menjumlahkan semua hasil perkalian antara jumlah dengan nilai prioritas tiap kriteria. Berikut perhitungannya.

$$\lambda \text{ maks} = (2,83 \times 0,33) + (5,00 \times 0,21) + (5,75 \times 0,21) + (6,25 \times 0,18) + (14,00 \times 0,07) = 5,35 \quad (4)$$

f. Menghitung CI (*Consistency Index*)

Hasil perhitungan CI (*Consistency Index*) akan digunakan untuk menghitung nilai CR (*Consistency Rasio*).

$$CI = \frac{5,35 - 5}{5 - 1} \quad (5)$$

g. Menghitung CR (*Consistency Rasio*)

Nilai CR (*Consistency Rasio*) digunakan untuk mengetahui apakah nilai dari perbandingan kriteria tersebut konsisten atau tidak. Jika tidak maka akan dilakukan perhitungan perbandingan kriteria ulang. Jika sudah konsisten maka lanjut pada perbandingan kriteria dengan alternatif.

$$CR = \frac{0,09}{1,12} = 0,0776 \text{ dibulatkan menjadi } 0,08. \quad (6)$$

Karena nilai CR < 0,1 maka dapat dipastikan bahwa rasio konsistensi dari perhitungan tersebut dapat diterima.

h. Nilai Matriks Alternatif

Menghitung nilai perbandingan kriteria dengan alternatif. Proses perhitungan masih sama dengan perhitungan kriteria sebelumnya. Terdapat tiga alternatif yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan set-top box yaitu, POLYTRON PDV 600T2, MATRIX APPLE, dan EVENIX H1. Nilai matriks perbandingan alternatif bisa dilihat pada Tabel 6-10.

Tabel 6. Matriks Perbandingan Kriteria Harga dengan Alternatif.

Harga	polytron pdv 600t2	matrix apple	evenix h1	Jumlah	Prioritas	Lamda max	CI	CR
polytron pdv 600t2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	3	0	0
matrix apple	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33			
evenix h1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33			

Tabel 7. Matriks Perbandingan Kriteria Resolusi dengan Alternatif.

Resolusi	polytron pdv 600t2	matrix apple	evenix h1	Jumlah	Prioritas	Lamda max	CI	CR
polytron pdv 600t2	1,00	2,00	1,00	1,22	0,41	3,23	0,11	0,19
matrix apple	0,50	1,00	2,00	0,99	0,33			
evenix h1	1,00	0,50	1,00	0,79	0,26			

Tabel 8. Matriks Perbandingan Kriteria Fitur EWS dengan Alternatif.

Fitur EWS	polytron pdv 600t2	matrix apple	evenix h1	Jumlah	Prioritas	Lamda max	CI	CR
-----------	--------------------	--------------	-----------	--------	-----------	-----------	----	----

polytron pdv 600t2	1,00	2,00	3,00	1,62	0,54	3,01	0,005	0,009
matrix apple	0,50	1,00	2,00	0,89	0,29			
evenix h1	0,33	0,50	1,00	0,49	0,16			

Tabel 9. Matriks Perbandingan Kriteria Garansi dengan Alternatif.

Garansi	polytron pdv 600t2	matrix apple	evenix h1	Jumlah	Prioritas	Lamda max	CI	CR
polytron pdv 600t2	1,00	4,00	2,00	1,69	0,57	3,28	0,14	0,24
matrix apple	0,25	1,00	2,00	0,72	0,24			
evenix h1	0,50	0,50	1,00	0,58	0,19			

Tabel 10. Matriks Perbandingan Kriteria Sertifikat dengan Alternatif.

Sertifikat	polytron pdv 600t2	matrix apple	evenix h1	Jumlah	Prioritas	Lamda max	CI	CR
polytron pdv 600t2	1,00	4,00	4,00	1,92	0,64	3,19	0,09	0,17
matrix apple	0,25	1,00	3,00	0,73	0,24			
evenix h1	0,25	0,33	1,00	0,35	0,12			

i. Perangkingan

Setelah melakukan perhitungan matriks perbandingan kriteria dengan alternatif, maka dilakukan perangkingan terhadap alternatif dengan cara menjumlahkan semua hasil perkalian antara nilai prioritas tiap alternatif terhadap nilai prioritas tiap kriteria. Hasil rangking dapat dilihat pada Tabel 11.

$$\text{POLYTRON PDV 600T2} = (0,38*0,33)+(0,21*0,41)+(0,21*0,54)+(0,18*0,57)+(0,07*0,64) = 0,46 \quad (7)$$

$$\text{MATRIX APPLE} = (0,38*0,33)+(0,21*0,33)+(0,21*0,29)+(0,18*0,24)+(0,07*0,24) = 0,30 \quad (8)$$

$$\text{EVENIX H1} = (0,38*0,33)+(0,21*0,26)+(0,21*0,16)+(0,18*0,19)+(0,07*0,12) = 0,24 \quad (9)$$

Tabel 11. Rangking Alternatif.

Alternatif	Nilai Rangking	Ranking
poltron pdv 600t2	0,457043746	1
matrix apple	0,301321399	2
evenix h1	0,241634855	3

3.2 Implementasi Sistem

Setelah dilakukan perhitungan secara manual, maka Langkah selanjutnya adalah mengujinya langsung ke dalam aplikasi sistem pendukung keputusan pemilihan set-top box. Pada tahap implementasi ini nilai-nilai yang diperoleh dari kuisisioner pemilihan set-top box akan dimasukkan ke dalam sistem pendukung keputusan pemilihan set-top box.

Tahap pertama pada proses implementasi sistem adalah memasukkan kriteria. Terdapat lima kriteria yaitu Harga, Resolusi, Fitur EWS (*Early Warning System*), Garansi, dan Sertifikat. Berikut adalah proses input data kriteria pada sistem. Hasil input kriteria dapat dilihat pada gambar 3.

ID Kriteria	Nama Kriteria	Bobot Kriteria	Aksi
C1	Harga	0.327010595542564	[Edit] [Delete]
C2	Resolusi	0.20543076360979	[Edit] [Delete]
C3	Fitur EWS	0.211219583485568	[Edit] [Delete]
C4	Garansi	0.181828279137742	[Edit] [Delete]
C5	Sertifikat	0.0745107782243332	[Edit] [Delete]

Silahkan Masukan Kriteria Yang Di Perlukan, Klik Tombol "Tambah Data" Untuk menambahkan kriteria

© Pandji Iman Syach Putra 2021

Gambar 3. Input Data Kriteria.

Selanjutnya adalah memasukkan data alternatif. Terdapat tiga alternatif yang digunakan yaitu POLYTRON PDV 600T2, MATRIX APPLE, dan EVENIX H1. Berikut adalah gambaran sistem hasil input data alternatif yang dapat dilihat pada gambar 4.

ID Alternatif	Nama Alternatif	Hasil Akhir	Aksi
A1	POLYTRON PDV 600T2	0.45704374566691003	[Edit] [Delete]
A2	MATRIX APPLE	0.30132139938979297	[Edit] [Delete]
A3	EVENIX H1	0.2416348549432935	[Edit] [Delete]

© Pandji Iman Syach Putra 2021

Gambar 4. Input Data Alternatif.

Tahap selanjutnya pada implementasi sistem adalah memasukkan nilai perbandingan antar kriteria. Disini cukup memilih skala nilai perbandingan yang sudah tersedia dengan skala. Sebagai contoh adalah jika kriteria pertama lebih penting dibanding kriteria kedua maka, pilih skala nilai 1-9. Jika perbandingan kriteria kedua lebih penting dibanding kriteria pertama maka pilih kebalikan dari skala 1-9 sebagai contoh jika kriteria kedua dua kali lebih penting dibanding kriteria pertama, maka memilih skala nilai 1/2 atau kebalikan dari 2. Berikut ini adalah input nilai perbandingan kriteria pemilihan set-top box untuk siaran tv digital yang dapat dilihat pada gambar 5.

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Set Top Box Terbaik | Input Data | Analisis Data | user1

Analisis Kriteria

Kriteria Pertama	Pernilaian	Kriteria Kedua
Harga	2 - Mendekati sedikit lebih penting dari	Resolusi
Harga	2 - Mendekati sedikit lebih penting dari	Fitur EWS
Harga	2 - Mendekati sedikit lebih penting dari	Garansi
Harga	3 - Sedikit lebih penting dari	Sertifikat
Resolusi	2 - Mendekati sedikit lebih penting dari	Fitur EWS
Resolusi	1 - Sama penting dengan	Garansi
Resolusi	2 - Mendekati sedikit lebih penting dari	Sertifikat
Fitur EWS	2 - Mendekati sedikit lebih penting dari	Garansi
Fitur EWS	4 - Mendekati lebih penting dari	Sertifikat
Garansi	4 - Mendekati lebih penting dari	Sertifikat

Sudah selesai? Klik tombol di bawah ini

[Proses](#)

CARA PENILAIAN

Anda disini akan memasukkan nilai dari perbandingan setiap kriteria

Jika anda memisalkan Kriteria 1 & kriteria 2 # nilai "1" # maka dapat dikatakan bahwa Kriteria 1 dan 2 memiliki kepentingan yang sama

Lalu jika anda memisalkan Kriteria 1 & Kriteria 2 # nilai "0.5" atau nilai < 1, maka dapat dikatakan bahwa kriteria 1 0.5 mendekati lebih penting dari pada kriteria 2 atau bisa di kasakan bawah Kriteria 2 sedikit lebih penting dari pada kriteria 1

© Pandji Iman Syach Putra 2021

Gambar 5. Input Nilai Perbandingan Kriteria.

Setelah dilakukan input nilai kriteria maka akan muncul hasilnya berupa jumlah nilai kriteria per kolom, nilai *eigen*, nilai prioritas dan hasil CR (*Consistency Rasio*). Disini terdapat informasi apakah perhitungan perbandingan kriteria sudah dapat diterima (konsisten) atau belum. Jika belum maka akan ada peringatan jika perhitungan tersebut tidak konsisten dan diharuskan untuk melakukan perhitungan ulang pada perbandingan kriteria. Karena syarat agar bisa melanjutkan ke tahap perhitungan selanjutnya adalah nilai konsistensi atau CR harus dibawah 0,1 atau 10%. Jika terpenuhi seperti pada gambar 6, maka bisa melanjutkan perhitungan selanjutnya yaitu perbandingan alternatif.

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Set Top Box Terbaik | Input Data | Analisis Data | user3

Beranda / Analisis Kriteria / Tabel Analisis Kriteria

Perbandingan Kriteria

[Hapus Semua Data](#)

Antar Kriteria	Harga	Resolusi	Fitur EWS	Garansi	Sertifikat
Harga	1	2,000	2,000	2,000	3,000
Resolusi	0,500	1	2,000	1,000	2,000
Fitur EWS	0,500	0,500	1	2,000	4,000
Garansi	0,500	1,000	0,500	1	4,000
Sertifikat	0,333	0,500	0,250	0,250	1
Jumlah	2,833	5,000	5,750	6,250	14,000

Perbandingan	Harga	Resolusi	Fitur EWS	Garansi	Sertifikat	Bobot
Harga	0.353	0.400	0.348	0.320	0.214	0.327
Resolusi	0.176	0.200	0.348	0.160	0.143	0.205
Fitur EWS	0.176	0.100	0.174	0.320	0.286	0.211
Garansi	0.176	0.200	0.087	0.160	0.286	0.182
Sertifikat	0.118	0.100	0.043	0.040	0.071	0.075
Jumlah	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Consistency Ratio adalah **0.077628143648761**

Terpenuhi? Consistency Ratio Terpenuhi Silahkan Lanjutkan ke Analisis Alternatif.

Jika consistency ratio tidak terpenuhi silahkan masukan ulang analisa kriteria anda hingga **Consistency Ratio** Terpenuhi. untuk dapat terpenuhi harus bernilai < 0,1

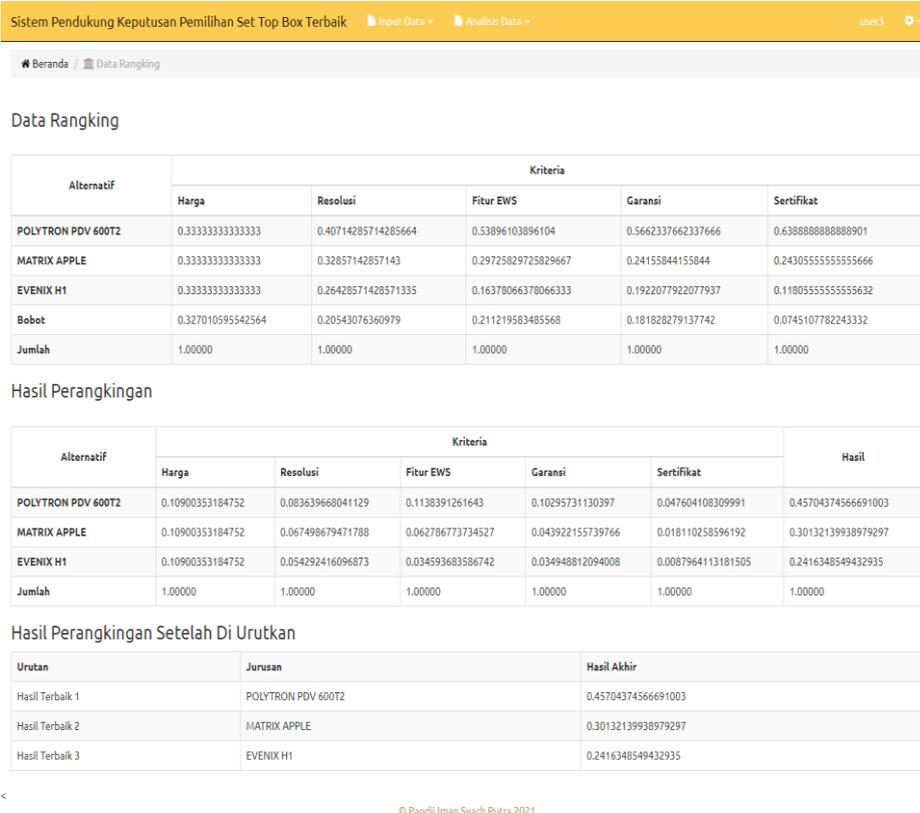
[Analisis Kriteria Kembali](#) [Lanjut Ke Analisis Alternatif Jurusan](#)

© Pandji Iman Syach Putra 2021

Gambar 6. Hasil Input Nilai Kriteria.

Setelah melakukan input nilai kriteria, selanjutnya adalah input nilai perbandingan alternatif berdasarkan kriteria. Pada tahap ini dilakukan pemilihan kriteria terlebih dahulu mana yang ingin dibandingkan dengan alternatif. Terdapat lima kriteria yang akan dibandingkan dengan ke tiga alternatif. Kemudian melakukan

input nilai perbandingan kriteria dengan alternatif dengan skala 1-9 sama dengan proses perbandingan kriteria sebelumnya. Setelah proses input nilai perbandingan selesai maka terdapat informasi mengenai data yang berhubungan pada hasil perankingan. Data rangking diperoleh dari memasukkan nilai perbandingan dari ke lima kriteria dan alternatif. Setelah semua dimasukkan maka akan muncul data hasil perankingan seperti yang terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Perankingan.

Pada gambar 7, terdapat data rangking yang berisikan nilai prioritas yang dimana pada nilai masing-masing alternatif tersebut jika dijumlahkan hasilnya adalah 1. Hasil tersebut artinya menunjukkan bahwa perhitungan yang dilakukan untuk memperoleh nilai prioritas sudah benar atau tidak terjadi kesalahan dan bisa dilanjutkan pada perhitungan selanjutnya. Setelah diketahui nilai prioritas masing-masing alternatif maka akan dilakukan perankingan dengan cara menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara nilai prioritas kriteria dengan alternatif. Setelah itu hasilnya diurutkan berdasarkan nilai tertinggi untuk memperoleh hasil alternatif terbaik.

Dari pengujian perhitungan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan sistem pendukung keputusan yang sudah dibuat menunjukkan kecocokan hasil nilai akhir 100%. Dengan demikian penelitian ini dapat dikatakan berhasil.

4. KESIMPULAN

Hasil dari sistem pendukung keputusan pemilihan set-top box menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) telah menghasilkan suatu keputusan alternatif terbaik berupa rekomendasi set-top box berdasarkan nilai tertinggi ke nilai terendah. Dibuatnya sistem ini bertujuan agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang kesulitan dalam menentukan set-top box sesuai dengan kebutuhannya. Dipilihnya metode tersebut karena berperan penting dalam proses pembobotan nilai yang akhirnya menghasilkan perankingan terhadap alternatif yang ada sehingga dapat menentukan hasil terbaik dari alternatif yang tersedia. Pada sistem yang dibuat ini peneliti menggunakan lima kriteria sebagai pertimbangan orang dalam menentukan pilihan terbaiknya. Kriteria tersebut terdiri dari harga, resolusi, fitur EWS (*Early Warning System*), garansi, dan sertifikat. Dalam menentukan pilihan set-top box terbaik digunakan data penilaian kriteria dan alternatif yang didapatkan dari hasil kuisisioner terhadap tujuh orang yang paham mengenai masalah set-top box dan juga sebagai pengguna alat tersebut. Terdapat juga pilihan alternatif yang telah ditentukan diantaranya adalah POLYTRON PDV 600T2, MATRIX APPLE, dan EVENIX H1. Alternatif digunakan sebagai tujuan akhir

pemilih dalam menentukan pilihan set-top box terbaik. Pada alternatif tersebut akan digunakan perangkingan sebagai hasil akhir yang didapatkan melalui proses perhitungan AHP.

Dari sistem pendukung keputusan ini pengguna bisa menentukan pilihan set-top box terbaik berdasarkan nilai *referensi* akhir dimana apabila nilai tersebut semakin besar maka, rekomendasi alternatif tersebut semakin layak untuk dipilih dan jika nilai akhir tersebut semakin kecil maka tidak layak untuk dipilih. Hasil akhir pada sistem pendukung keputusan ini akan memberikan satu alternatif terbaik berdasarkan nilai tertinggi untuk dapat merekomendasikan pemilihan set-top box terbaik untuk siaran tv digital. Berdasarkan hasil perangkingan yang sebelumnya telah dihitung didapatkan untuk POLTRON PDV 600T2 mendapatkan nilai 0,457043746, sedangkan MATRIX APPLE dengan nilai 0,301321399 dan selanjutnya EVENIX H1 dengan nilai 0,241634855. Sehingga berdasarkan nilai hasil akhir perangkingan yang didapatkan pada masing-masing alternatif tersebut dapat disimpulkan bahwa merk POLTRON PDV 600T2 layak untuk dijadikan sebagai pilihan terbaik karena memiliki nilai tertinggi dari ketiga alternatif yang ada. Hasil perangkingan nilai akhir pada setiap alternatif tersebut didapatkan dari proses seleksi menggunakan kriteria yang telah ditentukan dan telah dihitung menggunakan metode AHP.

Berdasarkan pada pengalaman langsung peneliti dalam proses penelitian ini, ada beberapa keterbatasan yang dialami dalam penelitian diantaranya, jumlah responden yang hanya 7 orang tentunya masih kurang untuk menggambarkan kebenaran dalam penilaian perbandingan kriteria dan alternatif. Kemudian dalam proses pengambilan data penilaian perbandingan yang diberikan kepada responden melalui kuisioner terkadang tidak menunjukkan pendapat yang sebenarnya, hal ini terjadi karena perbedaan pemikiran dan pemahaman tiap responden. Adapun saran yang diberikan oleh penulis untuk pembaca yaitu agar pengembangan sistem pendukung keputusan ini nantinya dapat diterapkan pada objek penelitian lain dengan kriteria yang berbeda. Pada sistem pendukung keputusan pemilihan set-top box ini dapat dikembangkan dengan menambah atau menggunakan metode lain yang berbeda dari metode penelitian sebelumnya.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Komunikasi dan Informatika, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 46 Tahun 2021 Tentang Pos, Telekomunikasi, dan Penyiaran," no. 08637, 2021.
- [2] I. Husni, "Sistem Informasi Pendukung Keputusan Pada Seleksi Penerimaan Pegawai Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp)," *J. Din. Inform.*, vol. 2, no. 2, 2010.
- [3] G. Setiawan and I. H. Al Amin, "AHP Method for Selecting Wood As Furniture Raw Material," *Kompak J. Ilm. Komputerisasi Akunt.*, vol. 13, no. 1, pp. 37–46, 2020, [Online]. Available: <http://journal.stekom.ac.id/index.php/kompak/page37>.
- [4] K. M. Ardi, I. Husni, and A. Amin, "Sistem Pendukung Keputusan Prioritas Persediaan Tools Menggunakan Metode Fuzzy AHP," *J. Ilm. Ekon. Dan Bisnis*, vol. 13, no. 1, pp. 46–55, 2020.
- [5] Y. Wu, Y. Tao, B. Zhang, S. Wang, C. Xu, and J. Zhou, "A decision framework of offshore wind power station site selection using a PROMETHEE method under intuitionistic fuzzy environment: A case in China," *Ocean Coast. Manag.*, vol. 184, no. October, p. 105016, 2020, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2019.105016.
- [6] K. Mishra and R. Sinha, "Flood risk assessment in the Kosi megafan using multi-criteria decision analysis: A hydro-geomorphic approach," *Geomorphology*, vol. 350, p. 106861, 2020, doi: 10.1016/j.geomorph.2019.106861.
- [7] R. Costache *et al.*, "Flash-flood susceptibility assessment using multi-criteria decision making and machine learning supported by remote sensing and GIS techniques," *Remote Sens.*, vol. 12, no. 1, 2020, doi: 10.3390/RS12010106.
- [8] R. Costache, P. T. T. Ngo, and D. T. Bui, "Novel ensembles of deep learning neural network and statistical learning for flash-flood susceptibility mapping," *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 6, 2020, doi: 10.3390/W12061549.
- [9] H. E. Colak, T. Memisoglu, and Y. Gercek, "Optimal site selection for solar photovoltaic (PV) power plants using GIS and AHP: A case study of Malatya Province, Turkey," *Renew. Energy*, vol. 149, pp. 565–576, 2020, doi: 10.1016/j.renene.2019.12.078.
- [10] E. Noorzai, "Performance Analysis of Alternative Contracting Methods for Highway Construction Projects: Case Study for Iran," *J. Infrastruct. Syst.*, vol. 26, no. 2, p. 04020003, 2020, doi: 10.1061/(asce)is.1943-555x.0000528.
- [11] H.-M. Lyu, W.-J. Sun, S.-L. Shen, and A.-N. Zhou, "Risk Assessment Using a New Consulting Process in Fuzzy AHP," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 146, no. 3, p. 04019112, 2020, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001757.
- [12] S. C. Nayak, S. Parida, C. Tripathy, B. Pati, and C. R. Panigrahi, "Multicriteria decision-making techniques for avoiding similar task scheduling conflict in cloud computing," *Int. J. Commun. Syst.*, vol. 33, no. 13, pp. 1–31, 2020, doi: 10.1002/dac.4126.

- [13] D. Souissi, L. Zouhri, S. Hammami, M. H. Msaddek, A. Zghibi, and M. Dlala, "GIS-based MCDM–AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia," *Geocarto Int.*, vol. 35, no. 9, pp. 991–1017, 2020, doi: 10.1080/10106049.2019.1566405.