

G157 - SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN TENTANG KONSERVASI ENERGI DAN AIR PADA BANGUNAN GEDUNG PEMERINTAHAN

Robastian Yudha Galvani^{1*}, Nazrul Effendy², and Arif Kusumawanto³

¹Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

²Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

³Departemen Teknik Arsitektur dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

*Email:robastianyudhag@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah model sistem pendukung keputusan tentang kriteria bangunan hijau konservasi energi dan air. Perbedaan latar belakang ekonomi dan politik berpengaruh terhadap pembangunan suatu daerah. Harapannya adalah implementasi model sistem dapat dilakukan terhadap objek gedung pemerintahan di daerah lain agar dapat mengetahui prioritas yang diambil pihak berwenang untuk memajukan daerah tersebut khususnya pada bangunan gedung. Dengan gedung yang baik, dapat meningkatkan produktifitas penghuni gedung. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Fuzzy AHP dengan struktur hirarki yang disusun berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Standar penilaian kriteria bangunan hijau peneliti menggunakan Green Building Council Indonesia (GBCI) sebagai nilai maksimal pada kriterianya. Data diperoleh melalui kuesioner dan menggunakan Focus Group Discussion (FGD). Yang menjadi batasan pada penelitian ini adalah kriteria yang digunakan, sistem komputasi dengan menggunakan Matlab dan objek penelitian gedung pemerintahan Kabupaten Boyolali. Hasilnya berupa nilai dengan skala 0 sampai dengan 1 terdapat pada kriteria sistem yang memanfaatkan energi baru terbarukan menghasilkan skala prioritas tertinggi dengan nilai 0,11713.

Kata kunci: *bangunan hijau; Fuzzy AHP; gedung pemerintah; sistem pendukung keputusan*

Pendahuluan

Model keputusan berbasis pengetahuan seorang pakar semakin berkembang secara signifikan di dunia akademis maupun industri. Sejumlah penelitian dan proyek telah dilakukan dalam membuat Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk memfasilitasi keputusan dari pihak manajerial. Konsep sistem pendukung keputusan berasal dari keseimbangan antara penilaian manusia dan sistem informasi yang diproses dengan komputer (Yazdani dkk, 2017). Sistem Pendukung keputusan dapat mendukung dalam menyelesaikan permasalahan sistem yang kompleks dan tidak terstruktur. Salah satu contoh implementasinya adalah merancang model sistem pendukung keputusan dalam kriteria bangunan hijau.

Bangunan hijau adalah bangunan gedung yang memenuhi persyaratan bangunan gedung dan memiliki kinerja terukur secara signifikan dalam penghematan energi, air, dan sumber daya lainnya melalui penerapan prinsip bangunan hijau sesuai dengan fungsi dan klasifikasi dalam setiap tahapan penyelenggaraannya (Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia 2015). Bangunan hijau diperlukan untuk mencapai kondisi lingkungan dan sumber daya alam yang terus berkelanjutan (Biyanto 2014). Sejak pembangunan berkelanjutan dengan didorong prinsip sosial, lingkungan, ekonomi untuk menanggapi jejak karbon, banyak sistem rating yang sedang dikembangkan untuk menilai bangunan hijau dan banyak yang berfikir tentang mengukur kinerja mereka di lapangan (Nilashi dkk, 2015). Banyak negara telah mengembangkan sistem rating mereka sendiri baik dengan mendirikan parameter sendiri atau dengan memodifikasi dari sistem yang dikembangkan oleh negara lain. *Green Building Rating Systems* (GBRS) adalah salah satu sistem pengukur keberlanjutan sebuah bangunan dengan menerapkan seperangkat kriteria terorganisir dalam kategori yang berbeda (Chandratilake dan Dias 2013).

Kabupaten Boyolali merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah. Bupati Boyolali Drs. H. Seno Samudra dalam (<http://www.bojolali.go.id/>) mengutarakan membuka pintu selebar lebarnya bagi mahasiswa untuk menyusun pengembangan ide kreatif yang implementatif sesuai dengan kondisi dan karakter Boyolali. Saat ini sesuai dengan Peraturan Daerah Kabupaten Boyolali tentang bangunan gedung nomor 10 tahun 2012, Boyolali menggunakan Sertifikat Laik Fungsi (SLF) sebagai standar bangunan gedung. Kabupaten Boyolali mempunyai visi dan misi *green city* pada tahun 2016-2021. Untuk mencapai hal tersebut perlu dilakukan kajian tentang pembangunan kota berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satunya dengan meningkatkan standar laik fungsi gedung menjadi

bangunan hijau. Dalam membantu proses pengambilan keputusan, diperlukan sistem pendukung keputusan. Sehingga dapat membantu memberikan informasi yang cepat, tepat, dan efektif berkaitan dengan bangunan hijau.

Kombinasi metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dengan teknik *Multi Criteria Decision Analysis* (MCDA) lainnya adalah pendekatan yang paling sering digunakan, yang menunjukkan efisiensi metode AHP, terutama saat mengevaluasi masalah dengan lebih banyak kriteria dan lebih sedikit alternatif. Kombinasi teori *fuzzy* dengan AHP atau metode lainnya dapat mencakup ketidakpastian (Mahase dkk, 2016). Metode AHP cocok digunakan karena dalam bangunan hijau merupakan masalah yang kompleks yang memiliki kriteria dan sub kriteria. Objek permasalahan dapat diurai menjadi elemen-elemen yang lebih kecil kedalam struktur hirarki dengan kriteria dan sub kriteria. Untuk mengatasi kekurangan dalam AHP maka digabung dengan logika *fuzzy* untuk mengatasi subjektifitas pengambil keputusan. Metode *fuzzy* AHP merupakan perkembangan dari AHP.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mengambil topik tentang sistem pendukung keputusan dalam kriteria bangunan gedung hijau (eksisting) berdasarkan regulasi pemerintah sebagai kriteria dan subkriteria. Peneliti melakukan fokus pada kriteria konservasi dan efisiensi energi dan konservasi dan efisiensi air. Kedua kriteria tersebut merupakan bobot terbesar dalam sistem bangunan gedung hijau (GBCI 2016). GBCI digunakan sebagai tambahan subkriteria tentang bangunan gedung dan menilai bobot dari kriteria yang disusun dari regulasi yang telah ada. Serta penggunaan *fuzzy* AHP sebagai metode yang cocok dalam mengatasi topik tersebut.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Definisi SPK diungkapkan oleh (Turban dkk, 2007), SPK merupakan sistem yang digunakan untuk mendukung keputusan yang diambil oleh para manajerial dalam situasi keputusan semi terstruktur. SPK dapat membantu memperluas kapabilitas mereka, namun tidak untuk menggantikan penilaian mereka.

Focus Group Discussion (FGD)

Focus Group Discussion (FGD) merupakan metode populer untuk mengumpulkan volume informasi yang relatif besar dalam waktu yang relatif singkat (Kraaijvanger dkk, 2016). Informasi yang diungkapkan oleh suatu kelompok dapat berupa pengalaman, persepsi, wawasan, dan pendapat. Tujuan penting FGD adalah untuk mengidentifikasi berbagai perspektif pada topik penelitian, untuk mendapatkan pemahaman informasi dari peserta (Hennink 2014).

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) dapat menyelesaikan masalah multikriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif (Saaty 1987).

Mencari nilai λ_{maks} pada matriks perbandingan berpasangan dengan Persamaan 1.

$$\lambda_{maks} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} W_i \tag{1}$$

Mencari nilai *Consistency Index* (CI) dengan Persamaan 2

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \tag{2}$$

Mencari nilai *Consistency Ratio* (CR) disesuaikan dengan nilai *Random Index*.

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{3}$$

Jika nilai $CR < 0.1$ berarti data matriks perbandingan yang dibuat sudah konsisten.

Fuzzy AHP

Ketidakmampuan AHP tradisional untuk mengatasi ketidakpastian dan subjektifitas dalam proses perbandingan berpasangan, maka telah dikembangkan metode *Fuzzy AHP*. AHP memiliki beberapa kekurangan (Yang dan Chen 2004) seperti keputusan, pemilihan, dan preferensi subyektif dari pembuat keputusan memiliki pengaruh yang besar dari hasil AHP. Logika *fuzzy* berguna untuk mendefinisikan objek-objek dunia nyata yang memiliki sifat kekaburan dan ketidakpastian (Zadeh et al. 1975).

Metode yang digunakan untuk mengatasi ketidak pastian penilaian adalah dengan menggunakan *fuzzy synthetic extent* (Srichetta & Thurachon 2012). Melakukan penjumlahan *l* (*low*/batas bawah), *m* (*medium*/nilai tengah), *u* (*upper*/batas atas). Operasi perhitungan dilakukan pada setiap baris. Perhitungan nilai *fuzzy synthetic extent* untuk setiap kriteria dan subkriteria dengan menggunakan Persamaan 4. Membandingkan satu elemen (S_i) dengan elemen lain dengan menggunakan Persamaan 5. Kemudian dari hasil perbandingan dicari nilai minimum dengan Persamaan 6 dan dinormalisasi sehingga menjadi bobot dengan skala 0 sampai dengan 1 (Chang 1996).

$$S_i = \bigoplus_{j=i}^m M_{gi}^j \otimes \left[\bigoplus_{i=1}^n \bigoplus_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \tag{4}$$

$$V(S_2 \geq S_1) = \begin{cases} 1 & \text{jika } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{lainnya} \end{cases} \quad (5)$$

$$d'_l = \min V(S_i \geq S_k) \quad (6)$$

Metodologi Penelitian

Dari latar belakang yang ada, peneliti dapat merumuskan masalah bagaimana memodelkan SPK dan mengimplementasikan kedalam bangunan gedung hijau. Dari tinjauan pustaka yang diperoleh peneliti banyak metode dan dasar teori yang terkait. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Setelah menentukan metode yang digunakan peneliti juga mencari tinjauan pustaka terkait penggunaan *Fuzzy AHP* dengan menggunakan *software Matlab*. Selain itu juga tinjauan pustaka tentang Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), Peraturan Gubernur DKI Jakarta, *Green Building Council* Indonesia (GBCI).

Dalam menyusun struktur hirarki, diperlukan pengumpulan permasalahan-permasalahan pada bangunan hijau (eksisting) pada gedung pemerintahan kabupaten Boyolali. Belum adanya regulasi terkait sistem pengaturan bangunan gedung hijau di Kabupaten Boyolali, maka peneliti mengambil data dari regulasi pemerintah Indonesia. Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) yang bertindak sebagai pengawas, pelaksana dan pembina, menyebutkan bahwa penyelenggara bangunan hijau adalah pemerintah pusat, pemerintah provinsi, kabupaten/kota atau pemerintah provinsi untuk DKI Jakarta. Di Jakarta sistem bangunan gedung hijau (eksisting) di atur dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 38 Tahun 2012.

Peneliti memilih sistem yang berjalan di DKI Jakarta sebagai kriteria bangunan gedung hijau dikarenakan objek penelitian adalah bangunan gedung pemerintahan. Terdapat empat kriteria dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta yaitu konservasi dan efisiensi energi, konservasi dan efisiensi air, kualitas udara dan kenyamanan termal, serta manajemen operasional dan pemeliharaan. Untuk penentuan sub kriteria dalam bangunan gedung hijau, peneliti menggabungkan sub kriteria pada Peraturan Menteri PUPR dan sub kriteria pada GBCI. Hal ini dilakukan karena sub kriteria yang ada pada regulasi pemerintahan masih belum menggapai berbagai sub kriteria. Peneliti melakukan fokus pada kriteria konservasi dan efisiensi energi dan konservasi dan efisiensi air. Kedua kriteria tersebut merupakan bobot terbesar dalam sistem bangunan gedung hijau (GBCI 2016).

Kriteria pertama adalah konservasi dan efisiensi energi. Kegiatan konservasi dan peningkatan efisiensi secara terencana dan sistematis sampai dengan batas optimasi paling efisien. Analisa penggunaan dan potensi penghematan energi dilakukan oleh manajemen operasional/divisi pemeliharaan bangunan gedung atau auditor energi berkompeten. Berikut adalah penjelasan tentang kriteria konservasi dan efisiensi energi:

a. Selubung Bangunan

Efisiensi beban pendingin ruangan dengan menghitung *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) tidak melebihi 35 watt/m².

b. Sistem Ventilasi

Ventilasi alami digunakan selama memungkinkan untuk meminimalkan beban pendinginan. Ventilasi mekanis digunakan jika ventilasi alami tidak memungkinkan.

c. Sistem dan Peralatan Pencahayaan

Sistem pencahayaan alami harus menjadi bagian integral dari sistem tata cahaya bangunan gedung, dengan mengacu SNI 03-2396 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung.

d. Sistem Transportasi Dalam Gedung

Sarana transportasi vertikal bangunan gedung harus mempertimbangkan beban dan waktu penggunaan. Sistem transportasi dalam gedung mengacu pada SNI 03-6573 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Transportasi Vertikal dalam Gedung.

e. Sistem Yang Memanfaatkan Energi Terbaharukan

Pemenuhan permintaan daya dengan menggunakan energi terbarukan. Contoh sumber energi lain adalah gas, air terjun dan tenaga matahari

f. Sistem Kelistrikan

Peralatan kelistrikan menggunakan peralatan listrik hemat energi.

Kriteria kedua adalah konservasi dan efisiensi air. Pemakaian air dibatasi penggunaannya dan mengupayakan penurunan konsumsi sampai dengan batas optimasi paling efisien. Pemakaian air harus dikontrol melalui alat ukur (meter air) yang dipasang pada setiap jenis sumber pasokan air. Berikut adalah penjelasan tentang kriteria konservasi dan efisiensi air:

a. Peralatan Saniter Hemat Air

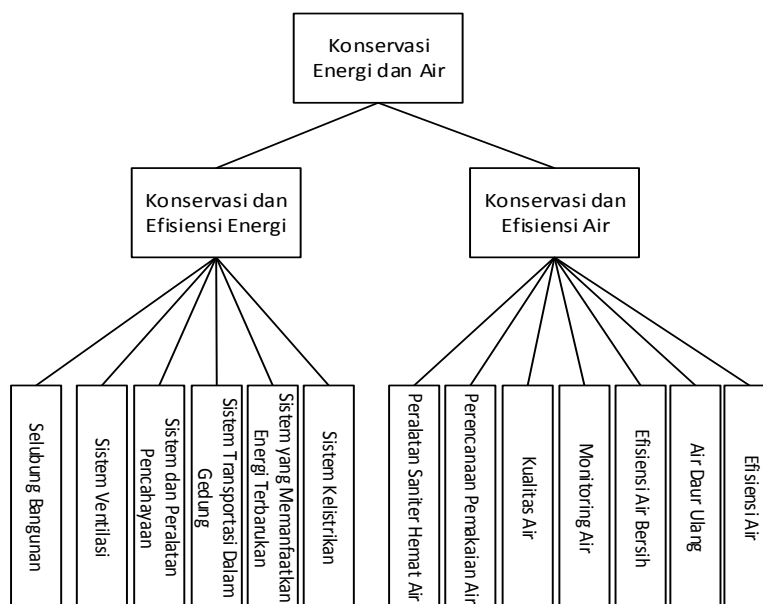
Peralatan sanitasi yang hemat air mengacu pada SNI 03-6481 tentang Sistem Plumbing.

- b. Perencanaan Pemakaian Air
Pemakaian air tidak melebihi pedoman dan standar yang tercantum pada versi SNI 03-6481 tentang Sistem Plumbing.
- c. Kualitas Air
Melakukan uji laboratorium setiap 6 bulan dari sumber air primer yang sesuai dengan kriteria air bersih.
- d. Monitoring Air
Adanya standar prosedur operasi dan pelaksanaannya mengenai pemeliharaan dan pemeriksaan sistem plumbing secara berkala untuk mencegah terjadinya kebocoran dan pemborosan air.
- e. Efisiensi Air bersih
Konsumsi air tidak lebih dari 20% atau mendekati standar acuan SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Pelaksanaan Sistem Plumbing.
- f. Air Daur Ulang
Memiliki sistem air daur ulang yang keluarannya setara dengan standar air bersih sesuai dengan Permenkes No.492 tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Air daur ulang juga bisa digunakan untuk kebutuhan *flushing* WC, sesuai dengan standar WHO untuk *medium contact* (<100 *Fecal Coliform*/100ml)
- g. Efisiensi Keran Air
Lebih dari atau sama dengan 50% dari total unit keran air pada area publik menggunakan fitur *auto stop*.

Tahapan selanjutnya adalah pengambilan data. Untuk pengambilan data peneliti menggunakan kuesioner yang disusun setelah kunjungan pertama di Kantor Cipta Karya Kabupaten Boyolali. Pengisian Kuesioner dilakukan dengan *Focus Group Discussion* (FGD). Peserta FGD adalah bagian Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) dan pengguna gedung yang memahami tentang konsep bangunan gedung hijau. Dalam pengumpulan data, peneliti menggunakan kuesioner untuk memperoleh data yang akan di masukkan ke dalam model sistem pendukung keputusan. Kuesioner ini berupa pertanyaan-pertanyaan yang sesuai dengan struktur hirarki yang telah disusun. Selain itu pertanyaan yang dibuat tidak membingungkan responden dalam pengisiannya. Format kuesioner adalah membandingkan 2 elemen dengan skala tingkat kepentingan seperti pada Tabel 1. Skala 1 apabila kedua elemen yang dibandingkan mempunyai nilai yang sama penting. Skala 9 apabila salah satu elemen mutlak lebih penting dibandingkan elemen satunya.

Tabel 1. Skala Kepentingan dalam AHP

Skala	Keterangan
1	Kedua elemen sama penting
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen lainnya
7	Elemen yang satu sangat lebih penting daripada elemen lainnya
9	Elemen yang satu mutlak lebih penting daripada elemen lainnya



Gambar 1. Hirarki Konservasi Energi dan Ai

Matlab digunakan peneliti sebagai sistem komputerisasi pada model SPK. Dimulai dengan membuat diagram alir mulai dari *input* hingga *output* sistem pendukung keputusan sesuai dengan langkah-langkah dalam perhitungan *Fuzzy AHP*. Sistem akan menerima *input* (data masukan) kriteria-kriteria. Skala bilangan ini merupakan tiga bilangan parameter simetris *Triangular Fuzzy Number*. Dari data yang sudah diambil, dilakukan perhitungan *consistency ratio* dari setiap *matrix comparison*. Tujuannya untuk mengetahui apakah *matrix comparison* tersebut konsisten atau tidak. *Matrix* dikatakan konsisten apabila mempunyai nilai kurang dari atau sama dengan 0,1 sesuai dengan Persamaan 3.

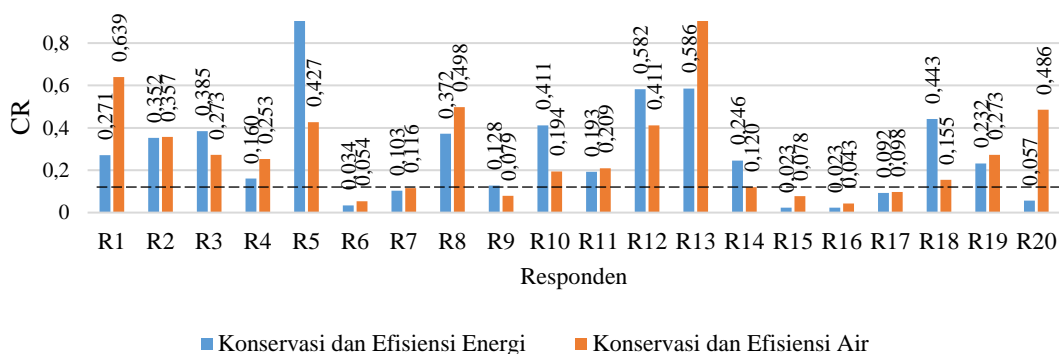
Jika *matrix comparison* tidak konsisten, harus dilakukan pembobotan ulang karena pengisian yang tidak konsisten. Kemudian masing masing akan diproses dengan menerapkan perhitungan *Fuzzy AHP* dan menghasilkan *output* perangkaan alternatif berupa bobot dari kriteria dan subkriteria bangunan hijau dan subkriteria kemudian dilakukan analisa. Gambar 1 adalah hirarki AHP yang dibentuk berdasarkan kriteria konservasi dan efisiensi energi dan konservasi dan efisiensi air.

Hasil dan Pembahasan

Untuk perhitungan jumlah sampel digunakan Isaac dan Michael yaitu menghitung berdasarkan populasi dan taraf kesalahan. Dari 20 populasi yang ada dan tingkat kesalahan 5%, maka didapat hasil 19 sampel. Pada penelitian ini menggunakan 100% persen dari populasi sampel yaitu 20 responden. Dari hasil kuesioner responden dibuat menjadi matriks perbandingan berpasangan kemudian melakukan perhitungan hingga mencapai nilai lambda maksimal dengan Persamaan 1.

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *Consistency Index* (CI) dengan Persamaan 1. Memilih responden yang memenuhi nilai *Consistency Ratio* (CR) < 0,1 sesuai dengan Persamaan 2. Dari hasil perhitungan CR dapat diketahui untuk sub kriteria konservasi dan efisiensi terdapat 25% responden konsisten. Sub kriteria konservasi dan efisiensi air terdapat 25% responden konsisten. Kecilnya persentase nilai CR dapat disebabkan kurangnya pemahaman dalam proses *Focus Group Discussion* (FGD). Selain itu tidak konsistennya jawaban responden ketika membandingkan antara 2 elemen. Untuk meminimalisir ketidakkonsistenan responden dalam menjawab kuesioner, sebenarnya peneliti telah melakukan penjelasan tentang petunjuk pengisian kuesioner, perbandingan antar kedua elemen, maksud dan tujuan dari kuesioner. Tetapi setiap individu memiliki tingkat kecenderungan dalam pengisian kuesioner yang berbeda-beda. Hasil perhitungan CR dapat dilihat pada Gambar 2. Setelah perhitungan nilai CR, langkah selanjutnya melakukan perhitungan pada kriteria dan sub kriteria untuk menentukan bobot global hirarki.

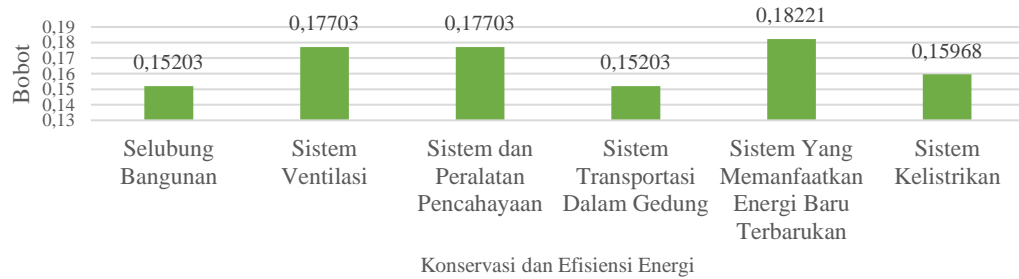
Hasil dari model menunjukkan bahwa nilai dari kedua kriteria dalam bangunan hijau adalah 0,25. Ini berarti penilaian terhadap kriteria sama penting dibandingkan dengan kriteria yang lain. Selanjutnya peneliti memasukkan nilai maksimal dan disesuaikan dengan struktur hirarki. Nilai maksimal untuk kriteria konservasi dan efisiensi energi adalah 36 poin. Nilai maksimal untuk kriteria konservasi dan efisiensi air adalah 20 poin. Bobot dari poin penilaian kemudian dinormalisasi dan dimasukkan ke dalam penilaian rangking AHP. Pada perhitungan konservasi dan efisiensi energi bobot tertinggi adalah sistem yang memanfaatkan energi baru terbarukan dengan nilai 0,18221. Bobot tertinggi terdapat pada dua sub kriteria, yaitu sistem ventilasi dan sistem peralatan pencahayaan. Untuk hasil pembobotan kriteria konservasi dan efisiensi air dapat dilihat pada Gambar 4. Bobot tertinggi terdapat pada peralatan saniter hemat air dengan nilai 1,5660.



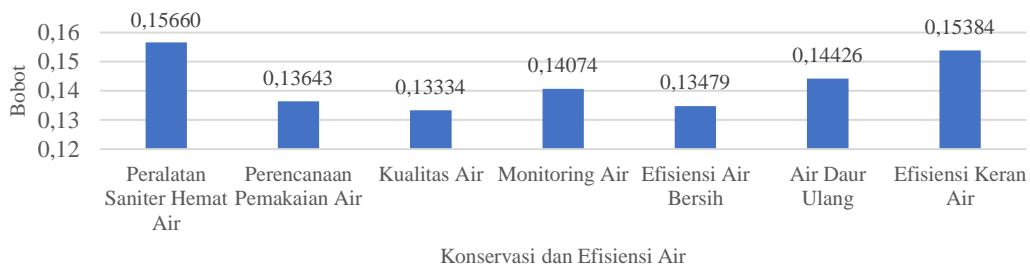
Gambar 2. Grafik Hasil Perhitungan *Consistency Ratio*

Dengan menambahkan bobot kriteria penilai dari *Green Buidling Council* Indonesia (GBCI) konservasi dan efisiensi energi memiliki skala prioritas yang lebih tinggi jika dibandingkan konservasi dan efisiensi air dengan nilai mencapai 64,29%. Sedangkan konservasi dan efisiensi air dengan nilai 35,71%. Konservasi dan efisiensi mempunyai nilai yang tinggi karena energi merupakan kebutuhan yang akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Pada kurun waktu 2014-2050, PDB Indonesia diasumsikan akan meningkat dengan rata-rata pertumbuhan

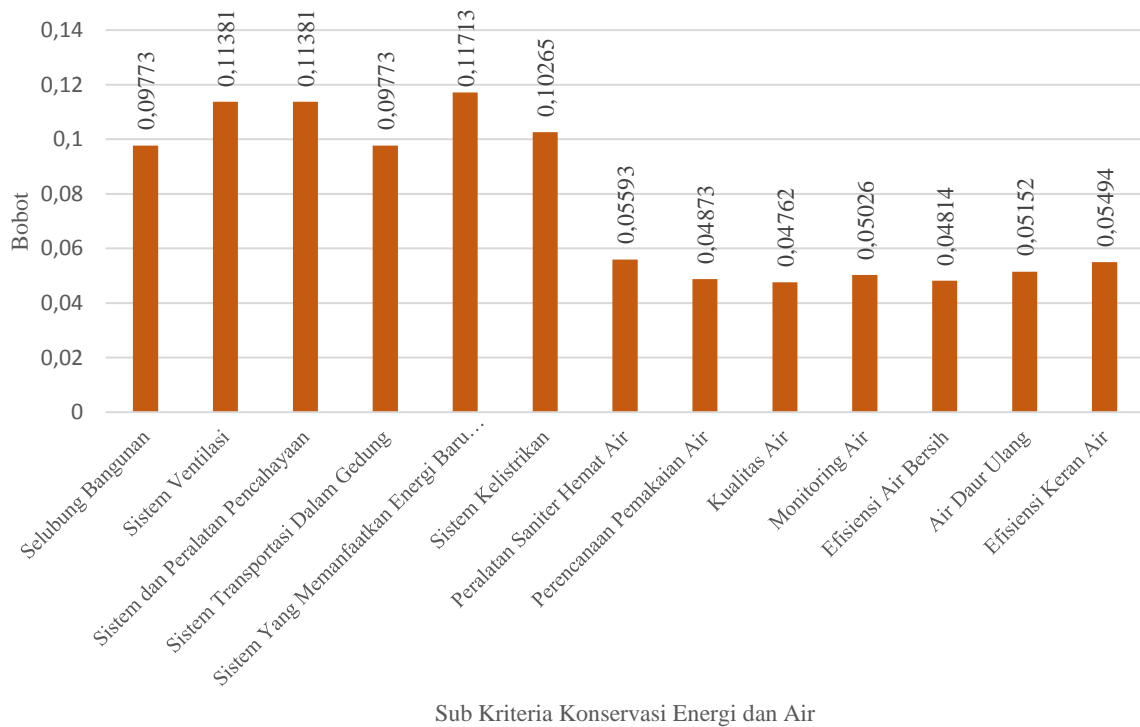
6% pertahun (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi 2016). Pada kriteria konservasi dan efisiensi energi terdapat nilai yang sama antara sistem ventilasi dan sistem dan peralatan pencahayaan. Nilai yang sama pada bobot kriteria atau sub kriteria dapat terjadi ketika responden tidak dapat membedakan skala kepentingan. Responden cenderung memilih skala kepentingan 1 (sama penting) ketika dihadapkan terhadap 2 pilihan meskipun dalam matriks perbandingan berpasangan mencapai konsistensi di bawah 0,1. Pada tahap ini kemampuan seorang expert sangat mempengaruhi hasil akhir.



Gambar 3. Bobot Lokal Konservasi dan Efisiensi Energi



Gambar 4. Bobot Lokal Konservasi dan Efisiensi Air



Gambar 5. Bobot Global Konservasi Energi dan Air

Bobot global tertinggi terdapat pada sub kriteria sistem yang memanfaatkan energi baru terbarukan dengan nilai 0,11713. Dalam Peraturan Pemerintah tentang kebijakan energi nasional bahwa pada tahun 2025 peran energi baru dan energi terbarukan paling sedikit 23% dan tahun 2050 sebesar 31% (Presiden Republik Indonesia 2014). Dapat ditarik kesimpulan jika pemerintah Boyolali sudah mempunyai prioritas yang mengarah terhadap kebijakan energi nasional. Bobot global tertinggi kedua terdapat pada sub kriteria sistem ventilasi dan sub kriteria sistem dan peralatan pencahayaan.

Kesimpulan

Model sistem yang dirancang dengan menggunakan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP)* dapat menghasilkan skala prioritas terhadap kriteria konversi energi dan air (kriteria dalam bangunan gedung hijau). Hasil pembobotan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) sangat tergantung dari kemampuan expert dalam membandingkan antar kriteria atau sub kriteria. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bobot tertinggi adalah sistem yang memanfaatkan energi baru terbarukan dengan nilai 0,11713. Pemerintah Boyolali dapat mengambil keputusan bahwa prioritas utama yang diambil adalah sistem yang memanfaatkan energi baru terbarukan. Dengan keterbukaan pemerintah daerah terhadap penelitian, maka dapat dilakukan penelitian dengan topik terkait energi baru terbarukan yang dapat diimplementasikan di Kabupaten Boyolali.

Daftar Pustaka

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2016), "*Outlook Energi Indonesia 2016 Indonesia*", BPPT., pp. 2-6
- Biyanto, T.R. (2014), "Genetic Algorithm Untuk Mengoptimasi Return of Investment Pada Green Building" *Seminar Nasional CITIES 2014*, pp. 1–10
- Chandratilake, S.R., & Dias, W.P.S. (2013), "Sustainability rating systems for buildings: Comparisons and correlations" *Energy*. Vol.59 pp. 22–28
- Chang, D.-Y. (1996), "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP" *European Journal of Operational Research*. Vol.95(3) pp. 649–655
- GBCI, (2016), "*GreenShip Rating Tools Untuk Gedung Terbangun Versi 1.1*". Green Building Council Indonesia., pp. 1-25
- Hennink, M.M. (2014), "*Focus group discussions*". Oxford University Press. pp. 1-35
- Kraaijvanger, R., Almekinders, C.J.M., & Veldkamp, A. (2016), "Identifying crop productivity constraints and opportunities using focus group discussions: A case study with farmers from Tigray" *NJAS -Wageningen Journal of Life Sciences*. Vol.78 pp. 139–151
- Mahase, M.J., Musingwini, C., & Nhleko, A.S. (2016), "A survey of applications of multi-criteria decision analysis methods in mine planning and related case studies" *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. Vol.116(11) pp. 1051–1056
- Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2015), "*Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.2 Tahun 2015 Tentang Bangunan Gedung Hijau*", Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. pp. 1-26
- Nilashi, M. et al. (2015), "A knowledge-based expert system for assessing the performance level of green buildings" *Knowledge-Based Systems*. Vol.86 pp.194–209
- Presiden Republik Indonesia. (2014), "*Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 78/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional*". Pemerintah Republik Indonesia., pp. 1-36
- Saaty, R.W. (1987), "The analytic hierarchy process-what it is and how it is used" *Mathematical Modelling*, Vol.9(3–5) pp.161–176
- Srichetta, P., & Thurachon, W. (2012), "Applying Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Evaluate and Select Product of Notebook Computers" *International Journal of Modeling and Optimization*. Vol. 2(2) pp.168–173

Turban, E., E. Aronson, J., & Liang, T.-P. (2007), "Decision Support Systems and Business Intelligence" *Decision Support and Business Intelligence Systems*. Vol.7/E pp.1–35

Yang, C.-C., & Chen, B.-S. (2004), "Key Quality Performance Evaluation Using Fuzzy Ahp" *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*. Vol. 21(6) pp.543–550

Yazdani, M. et al. (2017), "A group decision making support system in logistics and supply chain management" *Expert Systems with Applications*. Vol.88 pp.376–392

Zadeh, A.L. et al. (1975), "*Fuzzy Sets and their Applications to Cognitive and Decision Processes*", Academic Press Inc. pp. 1-39

(<https://www.bojolali.go.id/jadi-narasumber-bupati-seno-paparkan-konsep-pembangunanan-bojolali>) diakses 10 Februari 2017