



**PAPER – OPEN ACCESS**

## Rancangan Produk Eco Air Conditioner dengan Menggunakan Metode Nigel Cross

Author : Christian Vieri Sirait, dkk  
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2621  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 8 Issue 1 – 2025 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).  
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



## Rancangan Produk *Eco Air Conditioner* dengan Menggunakan Metode *Nigel Cross*

Christian Vieri Sirait\*, Raja Sion Gultom, Angelica Sitorus

Program Studi Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No.9 Padang Bulan, Medan, 21055, Indonesia  
rajasion2505@gmail.com, angelicastr556@gmail.com, christiaanviery19@gmail.com

### Abstrak

Perancangan produk merupakan tahapan penting dalam menciptakan suatu produk berdasarkan bentuk, ukuran, dan warna. Penelitian ini bertujuan untuk merancang produk pendingin ruangan portabel yang ramah lingkungan bernama *Eco Air Conditioner*. *Eco Air Conditioner* dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna akan AC portabel yang efisien dan berkelanjutan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan Freon pada AC konvensional berkontribusi terhadap kerusakan ozon, sementara AC bertenaga surya masih memiliki tantangan dalam efisiensi dan portabilitas. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan solusi dengan menggabungkan panel surya dan sistem kipas pendingin tanpa Freon. Proses perancangan produk ini dilakukan dengan menggunakan metode *Nigel Cross*, yang terdiri dari tujuh tahapan. Tahapan pertama dimulai dengan klarifikasi tujuan, yaitu penggunaan panel surya sebagai sumber energi utama dan kipas sebagai pengganti Freon. Selanjutnya, dilakukan analisis fungsi melalui black box untuk memetakan input berupa bahan baku menjadi output produk, sehingga fungsi inti produk dapat terdefinisi dengan jelas. Tahapan selanjutnya adalah penyusunan kebutuhan, dengan mengklarifikasi antara kebutuhan (demand) dan keinginan (wish). Hasilnya menunjukkan bahwa delapan atribut masuk dalam kategori wish, yang mengindikasikan bahwa desain produk telah sesuai dengan ekspektasi pasar. Tahapan selanjutnya adalah penentuan karakteristik produk dengan metode Quality Function Deployment (QFD) melalui susunan House of Quality (HOQ). Kemudian, penentuan alternatif solusi dilakukan dengan menggunakan morphological chart yang menghasilkan tiga opsi desain, dengan *Eco Air Conditioner* terpilih setelah evaluasi berbobot menunjukkan luas gap terendah (1,2209) dibanding alternatif 3 (1,2535). Proses perancangan diakhiri dengan rekayasa nilai (value engineering), yang berhasil menurunkan biaya produksi dari Rp257.500 menjadi Rp154.000 tanpa mengurangi kualitas atau fungsi produk.

Kata Kunci: AHP; *Eco Air Conditioner*; *Nigel Cross*; Ramah Lingkungan.

### Abstract

Product design is an important stage in creating a product based on shape, size, and color. *Eco Air Conditioner* is an innovative air conditioner designed to meet the needs of users for environmentally friendly portable air conditioners. The product design process is carried out using the *Nigel Cross* method, which consists of seven stages. The first stage begins with clarifying the objectives, namely the use of solar panels as the main energy source and the use of fans as a substitute for Freon. Furthermore, a function analysis is carried out through a black box to map input in the form of raw materials into product output, so that the core function of the product can be clearly defined. The next stage is the preparation of needs, by clarifying between needs (demand) and desires (wish). The results show that eight attributes fall into the wish category, which indicates that the product design is in accordance with market expectations. The next stage is determining product characteristics using the Quality Function Deployment (QFD) method through the preparation of the House of Quality (HOQ). Then, the determination of alternative solutions is carried out using a morphological chart which produces three design options, with *Eco Air Conditioner* being selected after a weighted evaluation showing the lowest gap area (1.2209) compared to alternative 3 (1.2535). The design process ended

with value engineering, which successfully reduced production costs from Rp257,500 to Rp154,000 without reducing the quality or function of the product.

Keywords: AHP; Eco Air Conditioner; Environmentally Friendly; Nigel Cross.

## 1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya zaman, pengaturan suhu sudah menjadi hal biasa dilakukan oleh manusia untuk mendapatkan kenyamanan termal dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat dipantau melalui penggunaan mesin pendingin seperti AC yang semakin banyak [1]. AC (*Air Conditioner*) adalah alat yang memiliki fungsi untuk mengatur dan mengendalikan suhu ruangan [2]. Terlepas dari adanya manfaat dari AC, ternyata penggunaan AC memiliki dampak negatif pada lingkungan dikarenakan sebagian AC masih menggunakan Freon (*Synthetic Refrigerant*) yang dapat memicu pemanasan global [3]. Selain itu, penggunaan AC juga menyumbang sekitar 50% konsumsi energi oleh sektor bangunan di seluruh dunia [4]. Oleh sebab itu, kelompok XIV-B termotivasi untuk merancang dan mengembangkan AC yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan AC pada umumnya, produk ini dinamakan *Eco Air Conditioner* yang memiliki inovasi baru seperti dilengkapi dengan panel surya, bibit pewangi, dan *speaker* untuk menambah kenyamanan pengguna.

Produk ialah segala sesuatu yang dapat diperjualbelikan di pasar demi memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Konsep "produk" tidak saja mencakup unsur fisik, tetapi juga berbagai aspek yang dinilai penting oleh pelanggan, seperti layanan, kepuasan saat menggunakan, nilai prestise, estetika, dan hal-hal sejenisnya [5]. Perancangan produk adalah tahapan dalam menciptakan sebuah produk yang diawali dari identifikasi keinginan konsumen sampai fabrikasi, penjualan dan pengiriman produk [6]. Awalnya, kegiatan ini dipahami sebagai upaya menciptakan perbedaan fungsional. Namun, seiring kemajuan industri, perannya berevolusi menjadi strategi kunci dalam membentuk preferensi konsumen dan memberikan nilai tambah [7].

AHP (*Analytic Hierarchy Process*) ialah keputusan multi-kriteria yang dikembangkan Thomas L. Saaty tahun 1970-an. Dengan metode ini, pengambil keputusan dapat memprioritaskan beberapa kriteria serta alternatif berdasarkan preferensi relatif mereka [8]. Metode AHP memiliki keunggulan berupa struktur hierarkis yang terbentuk dari kriteria yang ditetapkan, merinci hingga subkriteria terdalam. Selain itu, metode ini mempertimbangkan validitas hingga batas toleransi ketidakkonsistenan dalam pemilihan kriteria dan alternatif oleh pengambil keputusan, serta menghitung ketahanan hasil melalui analisis sensitivitas [9].

*Nigel Cross* merupakan salah satu pendekatan dalam perancangan produk dan perumusan strategi yang menggunakan pendekatan rasional [10]. Terdapat 7 tahapan perancangan produk menurut metode *Nigel Cross* [11]. Tahapan pertama adalah klarifikasi tujuan untuk memperjelas tujuan dan sub-tujuan serta hubungan di antara keduanya [12]. Tahap berikutnya adalah penetapan fungsi untuk menganalisis fungsi yang diperlukan dan batasan pembuatan produk [13]. Setelah penetapan fungsi, tahapan selanjutnya ialah penetapan kebutuhan. Tahap ini dilakukan untuk membuat spesifikasi akurat yang diperlukan dalam rancangan produk [14]. Tahapan selanjutnya adalah penentuan karakteristik, pada tahapan ini diidentifikasi data atribut, penentuan tingkat kepentingan relatif, penentuan tingkat kepentingan dari evaluasi, matriks perlawanan antar atribut dengan karakteristik, identifikasi keterkaitan antar sesama karakteristik teknik, dan memperoleh target pencapaian pada *House of Quality* (HOQ) [15]. Selanjutnya adalah penentuan alternatif, bertujuan menghasilkan alternatif untuk dijadikan pilihan sehingga dapat dipakai dalam memperoleh solusi terbaik terhadap masalah perancangan produk [16]. Selanjutnya dilakukan evaluasi alternatif yang bertujuan agar terpenuhinya kebutuhan konsumen dari berbagai alternatif yang muncul [17]. Tahapan

terakhir yaitu rekayasa nilai (*improving details*) bertujuan untuk membuat suatu produk menjadi lebih baik, lebih murah, dan lebih menarik bagi konsumen. Terdapat dua prinsip yang digunakan yaitu peningkatan nilai produk dan meminimalan biaya pada saat memproduksi produk [18].

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam proses perancangan dan pengembangan produk *Eco Air Conditioner* menggunakan metode *Nigel Cross* yaitu sebagai berikut [19].

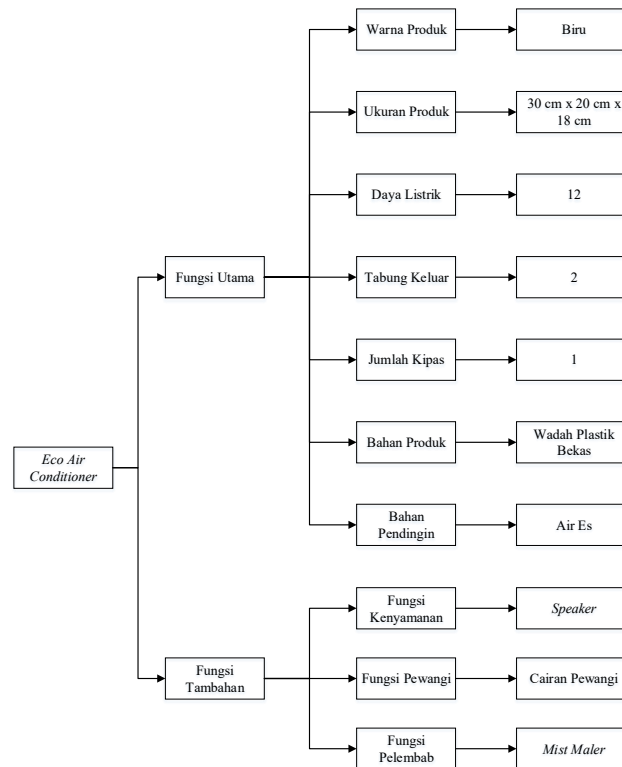
Tabel 1. Tahapan *Nigel Cross*

| No | Tahapan dalam proses perancangan                              | Metode yang relevan                         | Tujuan                                                                                             |
|----|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Klarifikasi Tujuan ( <i>Clarifying Objectives</i> )           | <i>Objectives Trees</i>                     | Untuk menentukan tujuan perancangan produk <i>Eco Air Conditioner</i> .                            |
| 2. | Penetapan Fungsi ( <i>Establishing Function</i> )             | <i>Function Analysis</i>                    | Untuk menganalisis fungsi yang diperlukan serta batasan dalam pembuatan produk.                    |
| 3. | Penyusunan Kebutuhan ( <i>Setting Requirement</i> )           | <i>Performances Specification</i>           | Untuk menciptakan spesifikasi akurat yang diperlukan dalam desain atau rancangan produk.           |
| 4. | Penetapan Karakteristik ( <i>Determining Characteristic</i> ) | <i>Quality Function</i>                     | Untuk menjamin bahwa produk yang dihasilkan dapat mencapai tingkat kualitas yang dipersyaratkan.   |
| 5. | Pembangkitan Alternatif ( <i>Generating Alternatives</i> )    | <i>Morphological Chart</i>                  | Untuk menghasilkan alternatif untuk dijadikan pilihan.                                             |
| 6. | Evaluasi Alternatif ( <i>Evaluating Alternatives</i> )        | <i>Weighted Objectives</i> (Beban Objektif) | Untuk melihat kembali alternatif-alternatif yang akan dipilih untuk didapatkan alternatif terbaik. |
| 7. | Pengembangan Rancangan ( <i>Improving Details</i> )           | <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)   | Untuk meningkatkan nilai produk dan mengurangi biaya produksi.                                     |

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Problem (Klarifikasi Tujuan dan Penetapan Fungsi)

Masalah yang timbul sebagai alasan perancangan produk *Eco Air Conditioner* adalah penggunaan Freon yang dapat merusak lapisan ozon serta tingginya konsumsi energi dari penggunaan AC. Tahapan yang dapat dilakukan agar *problem* ini terurai menjadi sub *problem* ada 2, yaitu klarifikasi tujuan dan penetapan fungsi [20]. Diagram pohon tujuan perancangan *Eco Air Conditioner* Kelompok XIV-B yaitu sebagai berikut.

Gambar 1. Pohon Tujuan Produk *Eco Air Conditioner* Kelompok XIV-B

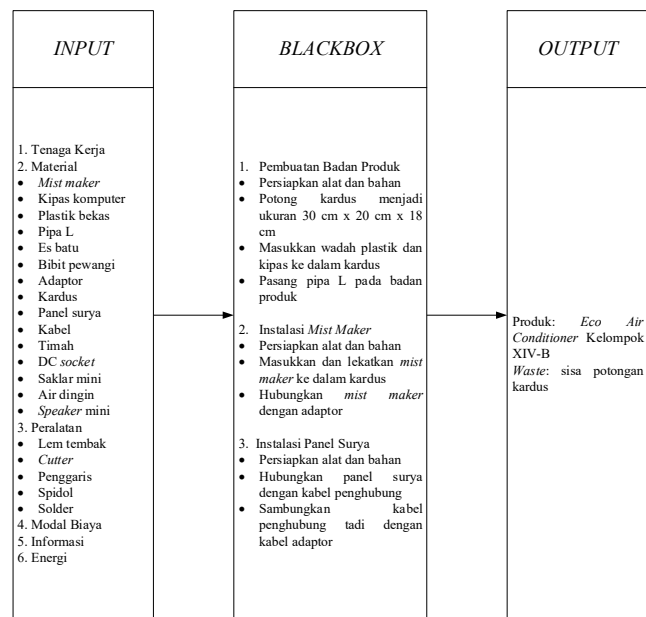
Penetapan fungsi produk *Eco Air Conditioner* Kelompok XIV-B yakni sebagai berikut. Fungsi rancangan secara keseluruhan menggunakan *Blackbox* terdapat pada Gambar 2.

Blok diagram yang menampilkan interaksi sub-sub fungsi dan sistem pembatas produk *Eco Air Conditioner* terdapat pada Gambar 3.

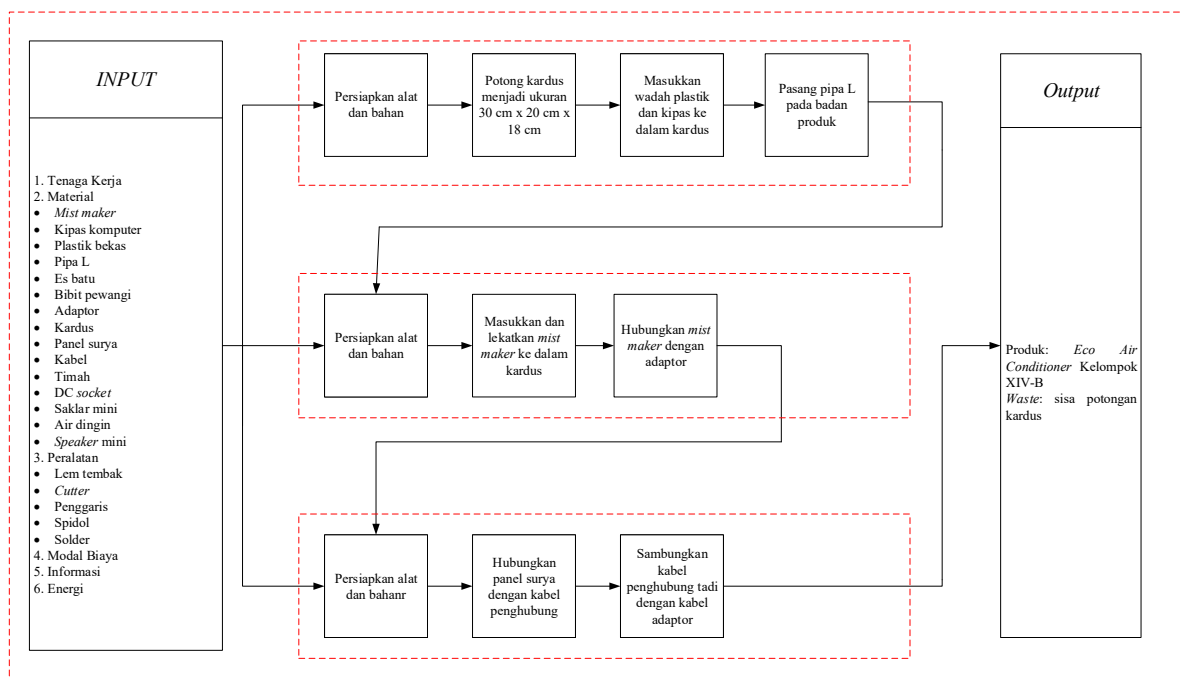
### 3.2. Sub Problem (Penyusunan Kebutuhan dan Penetapan Karakteristik)

*Sub problem* adalah penentuan atribut yang akan memengaruhi produk dilakukan karena setiap responden memiliki preferensi yang berbeda terhadap atribut tersebut. Oleh karena itu, diterapkan 2 langkah yaitu penyusunan kebutuhan dan penetapan karakteristik untuk menguraikan masalah menjadi *sub problem*.

Spesifikasi dari produk *Eco Air Conditioner* Kelompok XIV-B terdapat pada Tabel 2.



Gambar 2. Fungsi Rancangan Keseluruhan Eco Air Conditioner Kelompok XIV-B



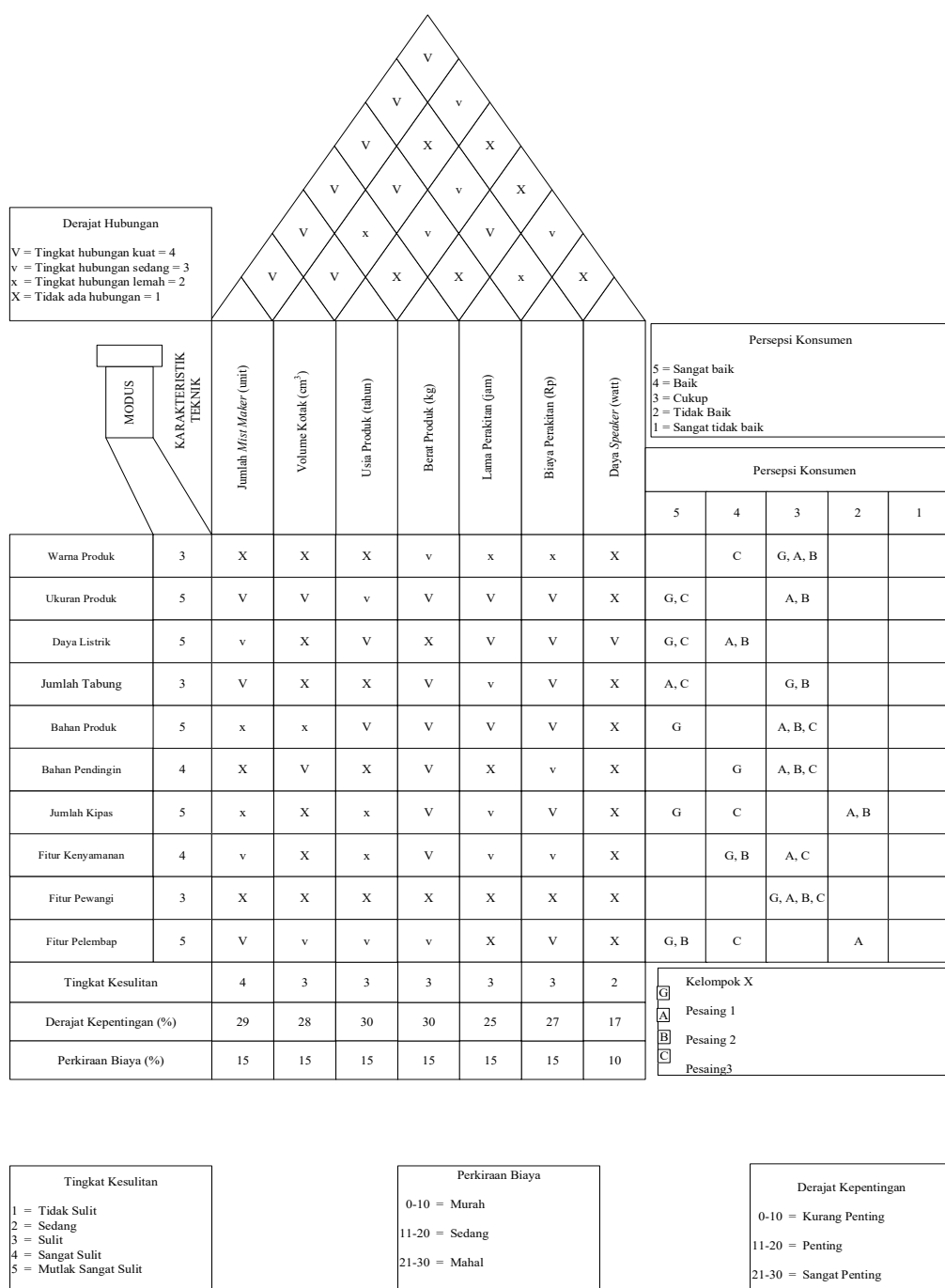
Gambar 3. Blok Diagram Interaksi dan Sistem Pembatas Produk Eco Air Conditioner Kelompok XIV-B

Tabel 2. Spesifikasi Produk *Eco Air Conditioner* Kelompok XIV-B

| No. | Hasil <i>Brainstorming</i>                  | D/W | Kuesioner Terbuka                           |
|-----|---------------------------------------------|-----|---------------------------------------------|
| 1.  | Produk berwarna biru                        | W   | Produk berwarna biru                        |
| 2.  | Produk berukuran 30 x 20 x 18               | W   | Produk berukuran 30 x 20 x 18               |
| 3.  | Menggunakan daya listrik sebesar 24 V       | D   | Menggunakan daya listrik sebesar 12 V       |
| 4.  | Terdapat 2 buah tabung                      | W   | Terdapat 2 buah tabung                      |
| 5.  | Terbuat dari plastik                        | W   | Terbuat dari plastik                        |
| 6.  | Bahan pendingin yang digunakan yaitu air es | W   | Bahan pendingin yang digunakan yaitu air es |
| 7.  | Terdapat 2 buah kipas                       | D   | Terdapat 1 buah kipas                       |
| 8.  | Terdapat <i>speaker</i>                     | W   | Terdapat <i>speaker</i>                     |
| 9.  | Terdapat cairan pewangi                     | W   | Terdapat cairan pewangi                     |
| 10. | Terdapat <i>mist maker</i>                  | W   | Terdapat <i>mist maker</i>                  |

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa W (*Wish*) berjumlah 8 dan D (*Demand*) berjumlah 2 sehingga diperoleh  $W > D$ . Hal ini menunjukkan bahwa perancang memiliki keahlian yang baik dalam merancang produk karena mampu menyesuaikan spesifikasi produk dengan kebutuhan konsumen.

QFD (*Quality Function Deployment*) merupakan cara dalam meningkatkan kualitas barang atau jasa melalui pemahaman kebutuhan pelanggan dan memastikan bahwa kebutuhan tersebut terpenuhi dalam proses pengembangan produk. QFD produk *Eco Air Conditioner* Kelompok XIV-B dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Quality Function Deployment (QFD) Produk Eco Air Conditioner Kelompok XIV-B

### 3.3. Sub Solusi (Pembangkitan Alternatif dan Evaluasi Alternatif)

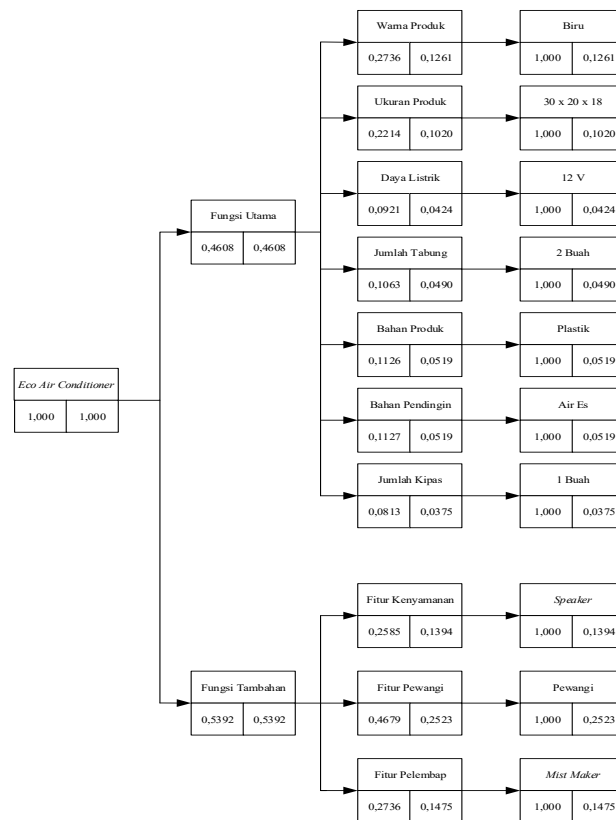
Sub solusi adalah suatu penyelesaian dari setiap masalah yang muncul, termasuk pada pemilihan atribut produk *Eco Air Conditioner* kelompok XIV-B yang dibuat dengan langkah-langkah *Nigel Cross* yang tetap mempertahankan keunggulan hak milik dan meningkatkan nilai dari produk.

Sub solusi dibagi menjadi 2 langkah, yaitu pembangkitan alternatif dan evaluasi alternatif. Berikut adalah kesimpulan dari kedua langkah dalam proses perancangan Produk *Eco Air Conditioner* Kelompok XIV-B. Kombinasi solusi rancangan Produk *Eco Air Conditioner* terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Morphological Chart* Produk *Eco Air Conditioner* Kelompok XIV-B

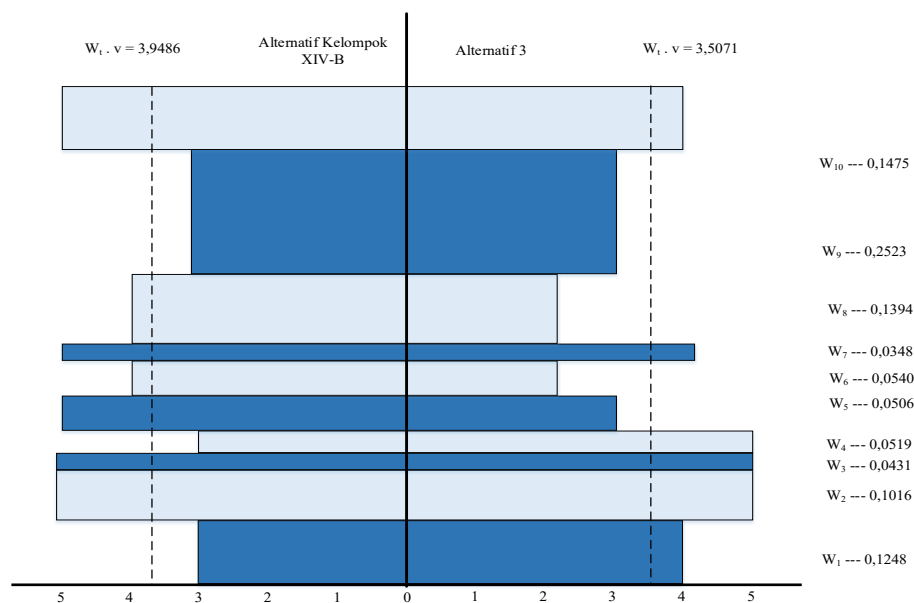
| Fungsi           | Cara Mencapai Fungsi    |                       |                     |
|------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
|                  | 1                       | 2                     | 3                   |
| Warna Produk     | Biru Muda               | Merah                 | Hitam               |
| Ukuran Produk    | 30 x 20 x 18            | 30 x 15 x 15          | 25 x 20 x 20        |
| Daya Listrik     | 25 V                    | 12 V                  | 20 V                |
| Jumlah Tabung    | 1 buah                  | 2 buah                | 3 buah              |
| Bahan Produk     | Plastik                 | Baja                  | Kayu                |
| Bahan Pendingin  | Air Es                  | Air Biasa             | Coolant Water       |
| Jumlah Kipas     | 4 buah                  | 3 buah                | 1 buah              |
| Fitur Kenyamanan | Memiliki <i>Speaker</i> | Memiliki <i>alarm</i> | Memiliki kalkulator |
| Fitur Pewangi    | Cairan Pewangi          | Semprotan wangi       | Sabun               |
| Fitur Pelembap   | <i>Mist maker</i>       | <i>Humidifier</i>     | <i>Spray bottle</i> |
|                  | Alternatif 1            | Alternatif 2          | Alternatif 3        |

Nilai bobot relatif setiap atribut dengan atribut lainnya pada produk *Eco Air Conditioner* terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Bobot Relatif Masing-Masing Atribut Tersier

Profil nilai perbandingan Kelompok XIV-B dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Profil Nilai Perbandingan Kelompok XIV-B dan Alternatif 3

### 3.4. Solusi (Rincian Perbaikan)

Solusi dalam proses perancangan dilakukan sebagai cara meningkatkan nilai produk bagi konsumen sekaligus menekan biaya produksi bagi produsen. Harga tiap komponen yang akan dipakai terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Harga Komponen-Komponen yang akan Digunakan

| No.   | Komponen        | Biaya Komponen (Rp) | Jumlah Komponen yang dibutuhkan | Total Biaya (Rp) |
|-------|-----------------|---------------------|---------------------------------|------------------|
| 1.    | Wadah plastik   | 24.000/buah         | 1 buah                          | 24.000           |
| 2.    | Kipas komputer  | 10.500/buah         | 2 buah                          | 21.000           |
| 3.    | Pipa L          | 3.500/buah          | 2 buah                          | 7.000            |
| 4.    | Mist maker      | 56.300/buah         | 1 buah                          | 56.300           |
| 5.    | Adaptor         | 20.000/buah         | 1 buah                          | 20.000           |
| 6.    | Kardus          | 6.000/buah          | 1 buah                          | 6.000            |
| 7.    | Panel surya 24V | 35.800/buah         | 2 buah                          | 71.600           |
| 8.    | Kabel listrik   | 4.500/m             | 2 m                             | 9.000            |
| 9.    | DC socket       | 600/buah            | 1 buah                          | 600              |
| 10.   | Saklar mini     | 2.000/buah          | 1 buah                          | 2000             |
| 11.   | Speaker mini    | 40.000/buah         | 1 buah                          | 40.000           |
| Total |                 |                     |                                 | Rp 257.500       |

Berdasarkan hasil evaluasi, rekayasa nilai hanya dapat dilakukan dengan mencari komponen pengganti yang harganya dibawah komponen sebelumnya. Hasil evaluasi biaya komponen terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Biaya Tiap Komponen

| No.   | Komponen            | Biaya Komponen (Rp) | Jumlah Komponen yang dibutuhkan | Total Biaya (Rp) |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------------------|------------------|
| 1.    | Wadah plastik       | 20.000/buah         | 1 buah                          | 20.000           |
| 2.    | Kipas komputer      | 8.000/buah          | 2 buah                          | 16.000           |
| 3.    | Pipa L              | 2.500/buah          | 2 buah                          | 5.000            |
| 4.    | <i>Mist maker</i>   | 35.000/buah         | 1 buah                          | 35.000           |
| 5.    | Adaptor             | 12.000/buah         | 1 buah                          | 12.000           |
| 6.    | Kardus              | 4.000/buah          | 1 buah                          | 4.000            |
| 7.    | Panel surya 24V     | 16.000/buah         | 2 buah                          | 32.000           |
| 8.    | Kabel listrik       | 2.500/m             | 2 m                             | 5.000            |
| 9.    | <i>DC socket</i>    | 600/buah            | 1 buah                          | 600              |
| 10.   | Saklar mini         | 1.000/buah          | 1 buah                          | 1.000            |
| 11.   | <i>Speaker</i> mini | 23.400/buah         | 1 buah                          | 23.400           |
| Total |                     |                     |                                 | Rp 154.000       |

#### 4. Kesimpulan

Pada perancangan produk *Eco Air Conditioner* metode *Nigel Cross* digunakan untuk menstrukturkan proses perancangan melalui tujuh tahapan. Tahap awal pada *Nigel Cross* ialah klarifikasi tujuan menggunakan diagram pohon tujuan mengidentifikasi kebutuhan utama produk, seperti penggunaan panel surya sebagai sumber energi utama dan penggunaan kipas sebagai pengganti Freon. Tahap selanjutnya yaitu analisis fungsi melalui *black box* memetakan *input* bahan baku ke *output* produk, sehingga fungsi inti produk terdefinisi secara jelas. Penyusunan kebutuhan dengan klarifikasi D (*demand*) dan W (*wish*) menunjukkan 8 atribut masuk kategori W, mengindikasikan desain telah memenuhi ekspektasi pasar. Tahap selanjutnya yaitu penentuan karakteristik yang dilakukan dengan *Quality Function Deployment* (QFD) melalui *House of Quality* (HOQ) berhasil mengonversi kebutuhan konsumen menjadi spesifikasi teknis. Pembangkitan alternatif melalui *morphological chart* menghasilkan tiga opsi desain, dengan *Eco Air Conditioner* terpilih setelah evaluasi berbobot menunjukkan luas *gap* terendah (1,2209) dibanding alternatif 3 (1,2535), membuktikan keunggulan dalam memenuhi kriteria performa dan preferensi pengguna. Selanjutnya dilakukan rekayasa nilai (*value engineering*) yang berhasil menurunkan biaya produksi dari Rp257.500 menjadi Rp154.000 tanpa mengurangi kualitas atau fungsi produk. Sebagai hasil akhirnya, ditetapkan spesifikasi-spesifikasi yang akan digunakan dalam pengembangan produk *Eco Air Conditioner*. Spesifikasi-spesifikasi tersebut antara lain produk berwarna biru, berukuran 30 cm x 20 cm x 18 cm, penggunaan daya listrik sebesar 12 V, terdapat 2 buah tabung, terbuat dari wadah plastik bekas dan kardus *solid*, tipe bahan pendingin yang digunakan yaitu air es, terdapat 1 buah kipas, terdapat *speaker* kecil, terdapat cairan pewangi, dan menggunakan *mist maker*.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Ir. Rosnani Ginting, M.T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing atas arahan, bimbingan serta ilmu yang diberikan selama penyelesaian artikel. Kami juga menyampaikan apresiasi yang tulus kepada orang tua kami, yang setiap hari memberikan dukungan moral, materi dan doa. Tak lupa, kami juga berterima kasih kepada asisten Laboratorium Sistem Produksi yang selalu membantu dalam pelaksanaan pengujian, analisis, serta pemberian masukan teknis yang sangat berharga. Kiranya ilmu dan pengalaman yang kami peroleh dapat kami pakai di masa depan, serta kerja sama dan silaturahmi ini dapat terus terjalin dengan baik.

## Referensi

- [1] I. G. Wiratmaja, K. R. Dantes, and E. A. J. Artha, "Peningkatan Laju Pendinginan Ruangan Dengan Media Pendingin Kombinasi Udara Dan Air Disisi Kondensor Pada Mesin Pendingin Tipe Split Air Conditioning," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 9, no. 1, pp. 50–58, Mar. 2021, doi: 10.23887/jptm.v9i1.33220.
- [2] O. Pribadi, "Sistem Kendali Jarak Jauh Air Conditioner (AC) Berbasis IoT," 2020. [Online]. Available: <http://ejournal.stmik-time.ac.id>
- [3] S. Pd. Widya Fitriana, "Alat Pendingin Ruang Terbuka Yang Efektif Ekonomis Dan Ramah Lingkungan," *Jurnal EnviScience (Environment Science)*, vol. 3, no. 1, Mar. 2019.
- [4] H. Muchtar and R. A. Syamsur, "Fuzzy Logic pada Sistem Pendingin Ruangan Berbasis Raspberry," vol. 4, no. 2.
- [5] S. Rahayu, "Strategi Pemasaran Produk Dalam Meningkatkan Kepuasan Pelanggan," *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Sosial Budaya*, vol. 2, no. 1, pp. 109–113, Jan. 2023, doi: 10.47233/jppisb.v2i1.705.
- [6] I. Sulistiawan, H. B. Santoso, and A. Komari, "Perancangan Produk Kep Potong Rambut Dengan Mempertimbangkan Voice Of Customer Menggunakan Metode Quality Function Deployment," vol. 2, no. 1, pp. 46–54, 2018.
- [7] O. D. Fernie, "Survei Pasar Terhadap Produk Mouth Mirror Multifungsi di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Sumatera Utara," doi: 10.32734/ee.v3i2.1086.
- [8] C. Rozali, A. Zein, and S. Farizy, "Penerapan Analytic Hierarchy Process (Ahp) Untuk Pemilihan Penerimaan Karyawan Baru," doi: 10.55903/jitu.v1i2.153.
- [9] C. Kilang Permatasari, "Penerapan Analitical Hierarchy Process (Ahp) dalam Menentukan Lokasi Pabrik Tempe," *Agustus*, vol. 2, no. 2, 2020, [Online]. Available: <http://journal.itsb.ac.id/index.php/JAPPS>
- [10] J. Arta Lubis, "TALENTA Conference Series: Energy and Engineering," 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2295.
- [11] S. Zulkifli *et al.*, "Redesain Masker Sebagai Alat Pelindung Diri Bagi Mahasiswa Ti Dengan Menggunakan Metode Nigel Cross."
- [12] S. Oktaviani and Y. Mauluddin, "Perancangan Alat Bantu Pemetong Kerupuk untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi UMKM Samawi." [Online]. Available: <https://jurnal.itg.ac.id/>
- [13] A. Bidiawati, Y. Muchtiar, L. Setiawati, H. Suherman, and R. Desmiarti, "Desain Alat Bantu Proses Pemetongan Tahu Guna Meningkatkan Produktivitas Produksi," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 11, no. 2, pp. 261–270, Sep. 2024, doi: 10.24853/jisi.11.2.261-270.
- [14] dan S. C. Wiradhika Putra Anugerah, "Penerapan Nigel Cross pada Pemanas Lutut Osteoarthritis," 2023.
- [15] N. Kristin Silitonga, "TALENTA Conference Series: Energy and Engineering," 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2216.
- [16] Lidwina Inara Siagian, dkk "Perancangan Produk Alat Penyangrai dan Penggiling Kopi Otomatis Menggunakan Metode Nigel Cross," 2023.
- [17] A. Hartanto, E. Sri, and E. Rumapea, "Perancangan Lumbar Support with Belt dengan Menggunakan Metode Nigel cross," 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1902.
- [18] Agus Haraito Pasaribu, dkk. "Perancangan dan Pengembangan Produk Smart Body Measurement dengan Metode Quality Function Deployment," 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1809.
- [19] R. Ginting and D. M. Khatami, "Perancangan Produk dengan Menggunakan Nigel Cross", doi: 10.32734/ee.v2i3.730.
- [20] A. Pulungan, "Pemanfaatan Limbah Sayur Sebagai Energi Alternatif Biogas," 2019, doi: 10.32734/ee.v2i3.736.