



PAPER – OPEN ACCESS

Perancangan CAPTURE BOX (Coconut-shell Activated Carbon Purifier with Eco-friendly Technology) dengan Metode Nigel Cross

Author : Patricia Yosefine Ambarita, dkk
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2608
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



Perancangan CAPTURE BOX (Coconut-shell Activated Carbon Purifier with Eco-friendly Technology) dengan Metode Nigel Cross

Patricia Yosefine Ambarita^{a*}, Putri Annisa Silalahi^a, Didi Yusuf Friend Laia^a

^a Program Studi Teknik Industri Universitas Sumatera Utara

patriciayamb3006@gmail.com, putriannisasilalahi23@gmail.com, didilaia2944@gmail.com

Abstrak

Peningkatan polusi udara memberikan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan, sehingga mendorong dilakukannya penelitian ini dengan tujuan merancang CAPTURE BOX, alat pemurni udara luar ruangan yang bekerja dengan menyaring udara kotor menggunakan filter karbon aktif. Perancangan alat ini dilakukan menggunakan metode *Nigel Cross* dengan 7 tahapan perancangan produk menggunakan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD), dengan penekanan pada penyusunan *House of Quality* guna menghasilkan produk yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen. Tahapan awal mencakup pembuatan dan penyebaran kuesioner AHP untuk menguraikan situasi kompleks menjadi beberapa variabel, menyusunnya secara hierarkis, dan menentukan variabel paling berpengaruh pada hasil akhir. Hasil akhir klasifikasi tujuan terdapat 3 level. Pada tahap penetapan fungsi, didapatkan 4 sub fungsi yaitu sub fungsi *casing box*, sub fungsi papan filtrasi, sub fungsi sistem kelistrikan, dan sub fungsi kipas *exhauster*. Penetapan karakteristik didapatkan 7 karakteristik teknik. Pembangkitan alternatif terdapat 3 alternatif yang dapat dipilih sebagai alternatif. Pada evaluasi alternatif, terpilih yaitu alternatif kelompok VII. Tahap penyusunan kebutuhan atribut produk, diperoleh 8 *wish* dan 2 *demand* yaitu daya produk dan mekanisme pergantian filter. Tahapan *Quality Function Deployment* (QFD) didapatkan atribut produk sesuai *demand*, perbandingan antar atribut, tingkat kesulitan, derajat kepentingan, dan total estimasi biaya. Selain itu, tahapan pengembangan rancangan menunjukkan penghematan biaya, dengan total harga produk berhasil diminimalkan dari Rp. 755.000 menjadi Rp.705.000. Metode ini meningkatkan kesesuaian produk dengan kebutuhan konsumen dan efisiensi biaya, sehingga memperbaiki kualitas dan performa produk.

Kata Kunci: *House of Quality*; Kuesioner AHP; *Nigel Cross*; *Quality Function Deployment*

Abstract

Increasing air pollution negatively impacts health and the environment, driving the development of the CAPTURE BOX an outdoor air purifier that filters polluted air using activated carbon. The design process follows Nigel Cross's seven-stage methodology, incorporating the Quality Function Deployment (QFD) approach with a focus on the House of Quality to ensure the product meets user needs. The initial stage involved distributing AHP questionnaires to break down complex issues into variables, organize them hierarchically, and identify the most influential factors. The design process identified four sub-functions: casing box, filtration board, electrical system, and exhauster fan, along with seven technical characteristics. Three design alternatives were generated, with Group VII selected as the optimal choice. The QFD phase defined eight customer wishes and two key demands—product power and filter replacement mechanism—guiding the prioritization of attributes and cost estimation. Final design adjustments reduced the product cost from Rp755,000 to Rp705,000. This methodology improves product alignment with user needs, enhances cost efficiency, and contributes to overall product quality and performance

Keywords: House of Quality; AHP Questionnaire; Nigel Cross; Quality Function Deployment;

1. Pendahuluan

Polusi udara merupakan permasalahan lingkungan yang terjadi secara berulang setiap tahun. Masalah ini tidak hanya terjadi di kawasan perkotaan, tetapi juga di daerah pedesaan, kawasan pertambangan, dan tempat-tempat lainnya[1]. Sumber utama polusi berasal dari transportasi (60%), diikuti oleh aktivitas industri (25%), aktivitas rumah tangga (10%), dan pengelolaan limbah (5%)[2]. Polusi udara dapat berdampak signifikan terhadap kesehatan manusia, yang secara langsung menyebabkan peningkatan kasus penyakit pernapasan, penyakit jantung, hingga penyakit kanker di kalangan masyarakat[3]. Berdasarkan permasalahan tersebut, teknologi filter udara hadir sebagai salah satu solusi. Filter udara adalah perangkat yang digunakan untuk menyaring partikel polusi, termasuk debu, polutan organik, dan gas berbahaya, sehingga mampu memperbaiki kualitas udara di sekitarnya[4]. Konsumen teknologi filter udara kini tidak hanya terbatas pada ruangan tertutup (*indoor*), tetapi juga digunakan di area terbuka (*outdoor*), seperti taman dan jalan raya[5].

Berdasarkan uraian yang dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk menginovasikan alat filtrasi udara yang dirancang khusus untuk konsumen di area terbuka (*outdoor*). Dalam proses perancangan produk CAPTURE BOX, *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan sebagai metode utama untuk menentukan strategi evaluasi penjualan produk. Metode ini dipilih karena AHP dapat mengukur penjualan produk secara efektif berdasarkan susunan prioritas produk yang telah ditentukan. AHP merupakan salah satu teknik pengambilan keputusan (*decision making*) yang dapat membantu pengukuran atau memberikan evaluasi terstruktur terhadap performa penjualan suatu produk[6].

Selain menggunakan metode AHP sebagai dasar dalam evaluasi penjualan, penelitian ini juga menerapkan metode *Nigel Cross*. Dalam penelitian ini dilakukan kegiatan perancangan produk dengan metode *Nigel Cross* bertujuan memahami keinginan serta kebutuhan konsumen terhadap suatu produk. Adapun 7 langkah metode *Nigel Cross* yaitu klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penetapan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan rincian perbaikan[7]. *Quality Function Deployment* (QFD) adalah metode untuk mengidentifikasi dan menafsirkan keinginan dan kebutuhan konsumen secara akurat ke dalam spesifikasi teknis, sistem produk, serta aspek perencanaan produksi produk[8]. *House of Quality* (HoQ) adalah representasi visual yang menggabungkan berbagai karakteristik teknis dan atribut yang diinginkan oleh konsumen, yang disusun secara sistematis menggunakan metode QFD[9].

Tahapan selanjutnya dalam proses perancangan adalah menetapkan fungsi. Tahapan ini bertujuan untuk menentukan fungsi-fungsi dan batasan yang dibutuhkan untuk sistem perancangan produk baru. Metode analisis fungsional dengan pendekatan model *black box* digunakan pada tahap ini untuk mengidentifikasi fungsi sistem secara menyeluruh[10]. Pembuatan produk CAPTURE BOX juga menggunakan *Flow Process Chart* untuk memudahkan proses produksi. *Flow Process Chart* (FPC) merupakan suatu diagram yang menunjukkan tahapan proses dari bahan baku hingga menjadi produk jadi untuk memudahkan pemahaman proses produksi yang terjadi pada suatu pabrik[11].

Melihat kondisi polusi udara yang semakin memburuk, terutama di ruang terbuka seperti jalan raya dan area publik lainnya, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat filtrasi udara luar ruangan yang diberi nama CAPTURE BOX. Tujuan dari penelitian ini bukan hanya untuk menciptakan alat yang mampu menyaring polutan secara efektif, tetapi juga untuk menghasilkan produk yang benar-benar menjawab kebutuhan masyarakat. Proses perancangannya menggunakan pendekatan metode *Nigel Cross* sehingga setiap tahap pengembangan dilakukan secara terarah dan berdasarkan masukan dari konsumen. Selain itu, penerapan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk membantu menerjemahkan keinginan konsumen ke dalam spesifikasi teknis yang tepat dan menentukan prioritas fitur produk secara lebih efektif. Untuk memastikan produk ini dapat diproduksi secara optimal, digunakan pula *Flow Process Chart* (FPC) guna memetakan alur kerja dari bahan mentah hingga menjadi produk akhir. Dengan pendekatan ini, diharapkan CAPTURE BOX tidak hanya menjadi solusi teknis, tetapi juga memiliki nilai nyata bagi masyarakat.

2. Metodologi Penelitian

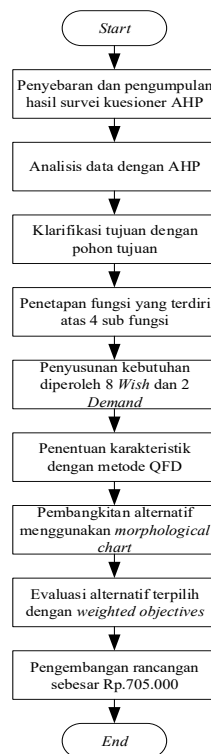
Penelitian ini menggunakan metode *Nigel Cross* untuk merancang alat filtrasi udara di luar ruangan (*outdoor*). Pembuatan dan penyebaran kuesioner AHP menjadi tahap awal dalam penelitian ini. Metode AHP menggunakan skala rasio sebagai dasar perhitungannya, dimana perbandingan dilakukan antara dua variabel untuk menentukan tingkat prioritas[12]. Pada langkah selanjutnya, proses QFD dimulai dari identifikasi keinginan konsumen dan kemudian dilanjutkan melalui 4 kegiatan utama: perencanaan peningkatan produk, perancangan peningkatan produk, perencanaan proses peningkatan, dan pengendalian proses peningkatan[13]. Tahapan selanjutnya adalah penyusunan *House of Quality* (HoQ), yaitu sebuah matriks berbentuk rumah yang menghubungkan kebutuhan konsumen (*what*) dengan cara perancangan dan produksi produk agar memenuhi kebutuhan konsumen (*how*)[14]. Dalam pelaksanaan penelitian ini, tahapan-tahapan yang dilakukan pada metode *Nigel Cross* adalah sebagai berikut[15].

Tabel 1. Langkah Perancangan Nigel Cross

Langkah Perancangan	Metode	Tujuan
Klarifikasi Tujuan	Pohon Tujuan	Menjelaskan secara rinci tujuan utama dan sub tujuan perancangan, serta bagaimana keterkaitan antar tujuan tersebut
Penetapan Fungsi	Analisis Fungsional	Menentukan fungsi-fungsi dan batasan sistem yang dibutuhkan untuk merancang produk baru
Penyusunan kebutuhan	<i>Performance Specification</i>	Menyusun spesifikasi kinerja yang akurat dari suatu solusi rancangan yang diinginkan
Penetapan karakteristik	<i>Quality Function Deployment</i>	Menentukan target apa yang akan dicapai oleh karakteristik teknis produk guna memenuhi kebutuhan konsumen
Pembangkitan alternatif	<i>Morphological Chart</i>	Menghasilkan berbagai solusi rancangan alternatif sebagai bahan pertimbangan
Evaluasi alternatif	<i>Weighted Objectives</i>	Membandingkan nilai-nilai utilitas dari berbagai usulan alternatif
Rincian perbaikan	<i>Value Engineering</i>	Mengupayakan peningkatan nilai produk bagi konsumen, sekaligus menekan biaya produksi bagi pihak produsen

Berikut adalah *flowchart* tahapan perancangan produk CAPTURE BOX dengan metode *nigel cross*.

Flowchart Tahapan Nigel Cross



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Nigel Cross

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan metodologi penelitian yang digunakan, diperoleh hasil perancangan produk CAPTURE BOX yang dikembangkan melalui 7 tahapan perancangan produk. Tahapan-tahapan ini diterapkan secara sistematis untuk memastikan bahwa desain produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pasar. Adapun 7 tahapan perancangan menurut *Nigel Cross* sebagai berikut.

3.1. Tahapan Nigel Cross

3.1.1. Klarifikasi Tujuan (*Claryfing Objectives*)

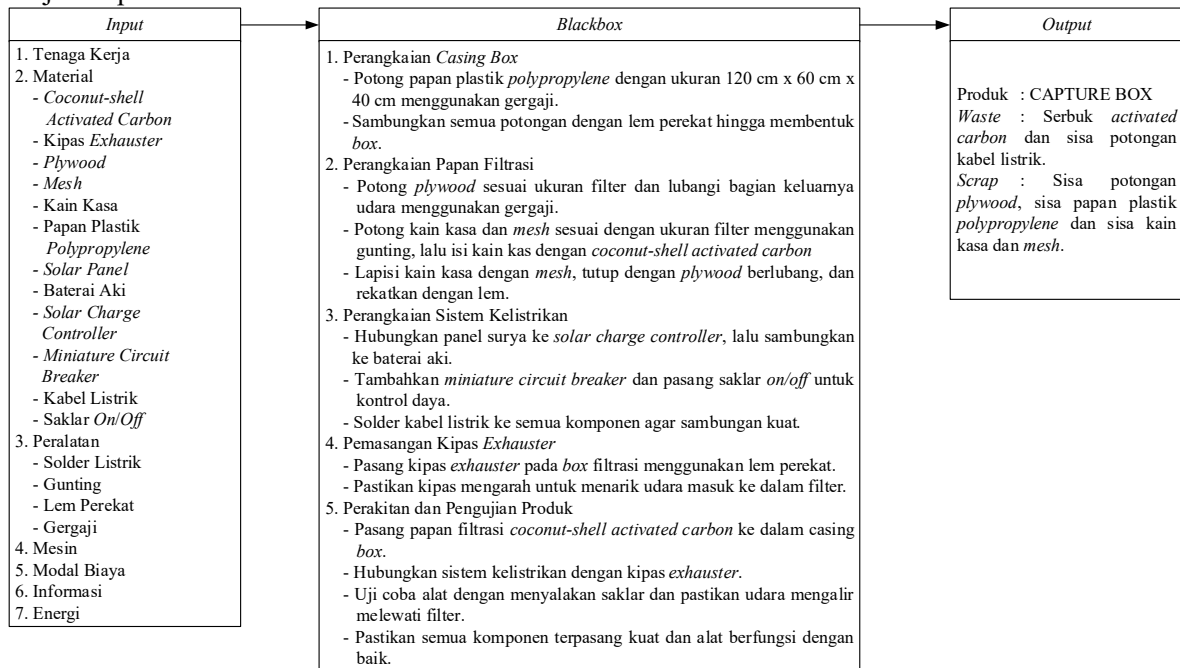
Klarifikasi tujuan (*claryfing objectives*) merupakan tahap awal dalam perancangan yang bertujuan untuk menjelaskan tujuan perancangan produk secara rinci. Pada tahap ini, metode pohon tujuan (*objective tree*) digunakan untuk menunjukkan hubungan hierarkis antara tujuan utama dengan sub tujuan dari perancangan produk.

Hasil klarifikasi tujuan produk CAPTURE BOX dengan metode pohon tujuan (*objective tree*) menunjukkan bahwa produk ini memiliki fungsi utama dan fungsi tambahan. Fungsi utama terdiri dari desain berbentuk balok vertikal dengan dimensi 120 cm × 50 cm × 40 cm, konsumsi daya listrik sebesar 60 watt, serta dilengkapi sistem filtrasi dengan masa pergantian filter setiap enam bulan sekali. Selain itu, produk ini juga dilengkapi dengan empat unit kipas untuk menunjang sirkulasi udara dalam sistem, serta engsel buka tutup yang memudahkan konsumen dalam mengganti papan filtrasi. Adapun fungsi tambahannya terdiri dari pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi

utama, konsumen material *casing box* menggunakan papan plastik *polypropylene*, serta konsumen *coconut-shell activated carbon* sebanyak 2000 gram per *layer* filtrasi sebagai media filtrasi.

3.1.2. Penetapan Fungsi (Establishing Function)

Tujuan penetapan fungsi (*establishing function*) adalah untuk menentukan fungsi-fungsi yang dibutuhkan, sekaligus menetapkan batasan sistem perancangan produk. Tahapan ini menggunakan pendekatan *black box* untuk memetakan hubungan antara *input* dan *output* dalam proses pembuatan produk. *Black box* dari produk CAPTURE BOX ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram *Black Box* Produk CAPTURE BOX

Pada tahapan ini, penetapan batasan fungsi sistem yang akan dirancang dilakukan guna memastikan kesesuaian dengan ruang lingkup perancangan. Hasil penetapan batasan fungsi sistem perancangan produk CAPTURE BOX dapat dilihat adalah sebagai berikut.

1. Sub fungsi *casing box*
Proses perangkaian *casing box* diawali dengan memotong papan plastik *polypropylene* berukuran 120 cm × 60 cm × 40 cm menggunakan gergaji. Selanjutnya, potongan papan disambungkan dengan lem perekat hingga membentuk *box* yang kokoh untuk sistem filtrasi udara.
2. Sub fungsi papan filtrasi
Papan filtrasi dibuat dengan memotong *plywood* sesuai ukuran filter dan melubangi bagian keluarnya udara. Kain kasa dan *mesh* dipotong sesuai ukuran, lalu *coconut-shell activated carbon* dimasukkan ke dalam kain kasa dan dilapisi dengan *mesh* agar tetap pada posisinya. Setelah itu, filter ditutup dengan *plywood* berlubang, disusun rapi, dan direkatkan dengan lem perekat agar kuat.
3. Sub fungsi sistem kelistrikan
Sistem kelistrikan dirangkai dengan menghubungkan panel surya ke *solar charge controller*, lalu ke baterai aki untuk menyimpan daya. *Miniature circuit breaker* dipasang sebagai perlindungan arus berlebih, dan saklar *on/off* ditambahkan untuk kontrol daya. Kemudian semua kabel disambungkan menggunakan solder agar sambungan kuat dan aman.
4. Sub fungsi kipas *exhauster*

Kipas *exhauster* dipasang pada bagian *casing box* filtrasi menggunakan lem perekat agar menempel dengan kuat. Posisi kipas harus dipastikan berada pada arah yang tepat, yaitu menarik udara masuk ke dalam filter sehingga proses filtrasi dapat berjalan dengan optimal.

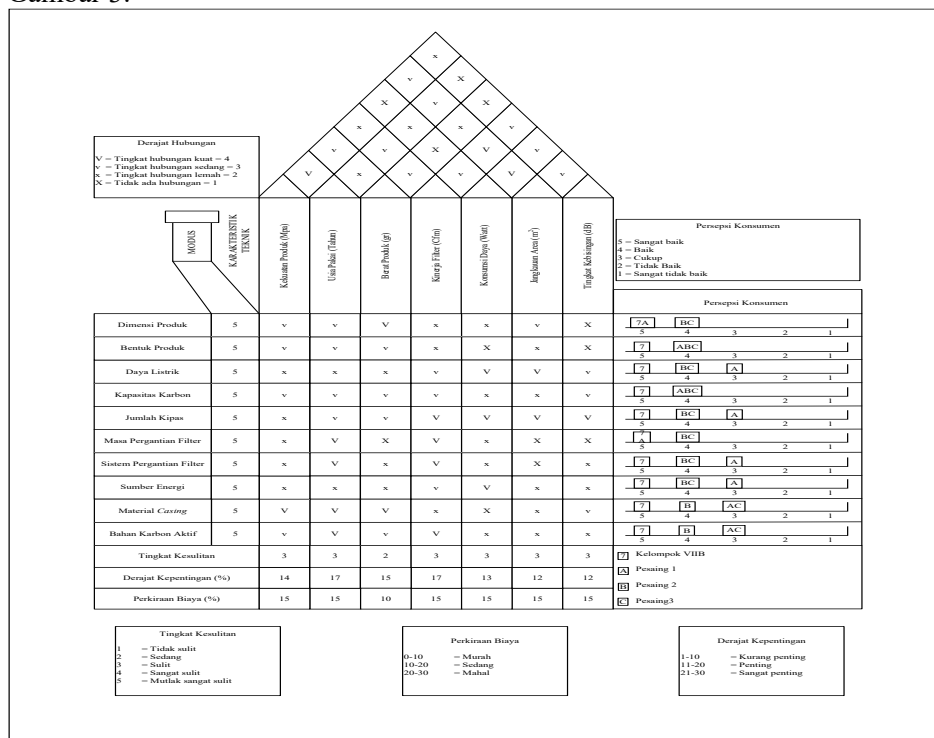
3.1.3. Penyusunan Kebutuhan (Setting Requirement)

Setelah tahapan penetapan fungsi maka tahapan selanjutnya adalah penyusunan kebutuhan (*setting requirement*). Tahapan ini digunakan untuk membandingkan hasil penetapan atribut-atribut yang diperoleh melalui *Brainstorming* dengan hasil rekapitulasi penyebaran kuesioner AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

Berdasarkan penyusunan kebutuhan produk CAPTURE BOX, dapat dilihat bahwa jumlah W (*wish*) sebanyak 8 dan D (*demand*) sebanyak 2, yaitu konsumsi daya listrik dan sistem pergantian papan filtrasi. Dari data tersebut diperoleh bahwa jumlah $W > D$. Hal ini menunjukkan bahwa perancang memiliki pemahaman yang baik dalam merancang produk, karena mampu menyesuaikan desain atribut dengan kebutuhan pasar.

3.1.4. Penetapan Karakteristik (Determining Characteristics)

Penetapan karakteristik (*determining characteristics*) dilakukan dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD), yang berfungsi untuk menerjemahkan keinginan dan kebutuhan konsumen menjadi spesifikasi teknis produk secara sistematis. Hasil dari tahapan ini akan disusun ke dalam bentuk *House of Quality* (HoQ) seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *House of Quality* (HoQ) Produk CAPTURE BOX

Kesimpulan dari *House of Quality* (HoQ) produk CAPTURE BOX adalah sebagai berikut.

1. Tingkat kesulitan: Tingkat kesulitan pada karakteristik teknis yang tergolong tingkat sedang yaitu konsumsi daya dan estetika produk, sedangkan karakteristik teknis yang tergolong kedalam tingkat sulit yaitu ketahanan produk, usia pakai, berat produk, kinerja filter, dan kemudahan perawatan.
2. Derajat kepentingan: Derajat kepentingan pada seluruh karakteristik teknis berada pada kategori penting.
3. Perkiraan biaya: Perkiraan biaya pada seluruh karakteristik teknis berada pada kategori sedang.

3.1.5. Pembangkitan Alternatif (Generating Alternatives)

Tujuan tahapan pembangkitan alternatif (*generating alternatives*) adalah untuk membuat solusi desain alternatif dalam permasalahan perancangan produk. Pada tahap ini, metode yang digunakan adalah peta morfologi (*Morphological charts*), yaitu sebuah alat bantu yang memuat berbagai elemen atau komponen dari suatu produk yang dapat dikombinasikan untuk membentuk alternatif desain. *Morphological chart* produk CAPTURE BOX dapat dilihat pada Tabel 2.

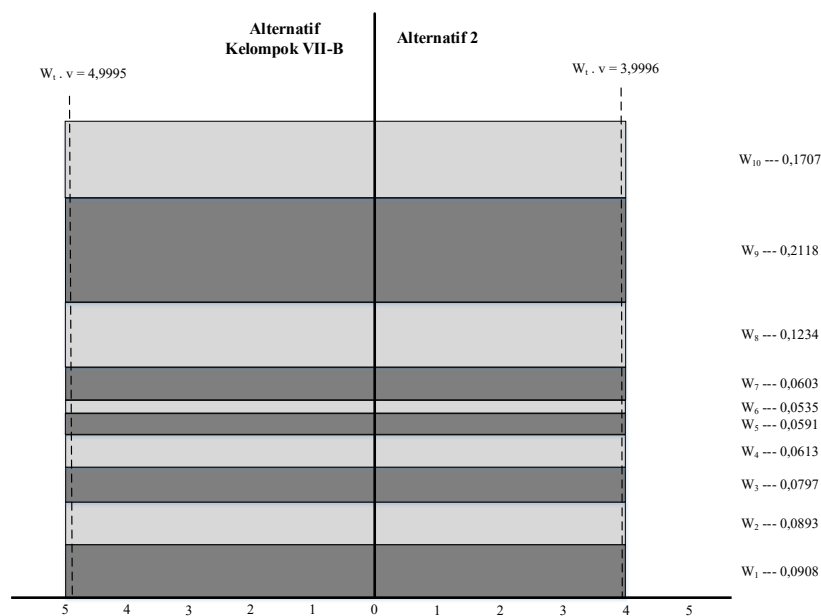
Tabel 2. *Morphological Chart* Produk CAPTURE BOX

Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
	1	2	3
Dimensi produk	120 cm × 50 cm × 40 cm	100 cm × 40 cm × 35 cm	150 cm × 60 cm × 45 cm
Bentuk produk	Persegi Panjang	Kubus	Balok Vertikal
Daya Listrik	50 watt	40 watt	60 watt
Kapasitas karbon aktif	2000 gr	1000 gr	1500 gr
Masa pergantian filter	1 tahun sekali	6 bulan sekali	3 bulan sekali
Jumlah kipas	2 kipas	1 kipas	4 kipas
Pergantian Tombol	Tombol	Sistem Magnet	Engsel buka-tutup
Papan Filtrasi	Panel surya	Baterai	Turbin angin
Sumber energi	Kayu	Plastik polypropylene	Aluminium
Material casing box	Kayu	Plastik polypropylene	Aluminium
Bahan karbon aktif	Arang bambu	Serbuk kayu	Batok kelapa
Alternatif 1 Alternatif 2 Alternatif 3			

Pada tahap ini, *Morphological chart* untuk produk CAPTURE BOX disajikan dalam bentuk matriks 10×3 , di mana angka 10 menunjukkan fungsi yang harus dicapai, sedangkan angka 3 menunjukkan solusi alternatif yang dapat digunakan.

3.1.6. Evaluasi Alternatif (Evaluating Alternatives)

Tahapan selanjutnya adalah evaluasi alternatif (*evaluating alternatives*), yang bertujuan untuk menentukan alternatif terbaik dari berbagai macam alternatif. Pada tahap ini, setiap karakteristik teknis dari alternatif CAPTURE BOX akan dibandingkan berdasarkan hasil bobot nilai dan kepentingannya. Metode yang digunakan pada tahapan ini adalah *Weighted Objective* yang dapat memberikan skor sejauh mana masing-masing alternatif desain memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Rekapitulasi perbandingan antara CAPTURE BOX dengan alternatif 2 untuk setiap atribut terhadap atribut lainnya ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Profil Nilai Perbandingan Produk CAPTURE BOX dan Alternatif 2

Berdasarkan *gant chart* perbandingan di atas, dapat disimpulkan bahwa produk yang terpilih adalah produk CAPTURE BOX. Nilai bobot relatif CAPTURE BOX adalah sebesar 4,9995, sedangkan nilai bobot relatif alternatif 2 sebesar 3,9996. Dari perbandingan tersebut terlihat bahwa bobot nilai tertinggi terdapat pada W_9 , yaitu material *casing box*. Sedangkan bobot nilai terendah terdapat pada W_6 , yaitu masa pengantian filter.

3.1.7. Pengembangan Rancangan (*Improving Details*)

Tahap terakhir dalam proses perancangan produk adalah pengembangan rancangan (*improving details*), yang bertujuan untuk meningkatkan nilai guna produk bagi konsumen, sekaligus mengoptimalkan efisiensi biaya produksi. Salah satu aspek penting dalam tahap ini adalah analisis biaya dari setiap komponen yang digunakan. Proses ini diterapkan dengan menggunakan metode rekayasa nilai (*value engineering*). Rincian biaya komponen pada CAPTURE BOX dapat dilihat pada Tabel 3.

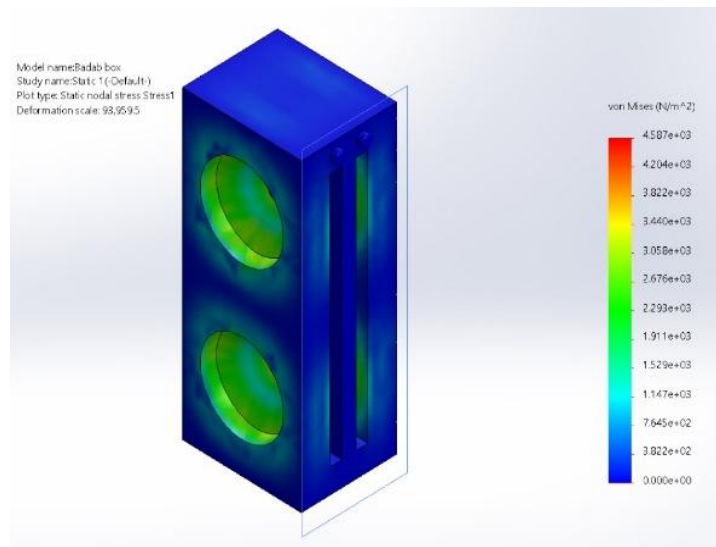
Tabel 3. Hasil Evaluasi Harga Komponen Produk CAPTURE BOX

Komponen	Awal	Perbaikan
Kipas <i>Exhauster</i>	Rp.70.000/pcs	Rp.65.000/pcs
Papan Plastik <i>Polypropylen</i>	Rp.60.000/lembar	Rp.55.000/lembar
<i>Solar Panel</i>	Rp.120.000/pcs	Rp.100.000/pcs
<i>Miniature Circuit Breaker</i>	Rp.20.000/pcs	Rp.15.000/pcs
Total	Rp.755.000	Rp.705.000

Dari hasil evaluasi yang dilakukan, rekayasa nilai dilakukan dengan cara mencari komponen pengganti yang harganya relatif lebih murah tetapi kualitas dan spesifikasinya sama dengan komponen sebelumnya. Maka alternatif yang terbaik yaitu alternatif kedua dengan total biaya sebesar Rp.705.000.

3.2. Simulasi Produk dengan Menggunakan Software SolidWorks

Simulasi produk menggunakan *Software SolidWorks* dilakukan untuk menganalisis *mass properties* dan melakukan *simulation* terhadap produk CAPTURE BOX. Berdasarkan hasil analisis *mass properties*, diperoleh massa sebesar 0,154011 kg dan volume sebesar 0,000173 m³. Sementara itu, hasil dari *SimulationXpress* menunjukkan bahwa CAPTURE BOX memiliki nilai *modulus young* sebesar 8,96e+08 N/m² dan *tensile strength* sebesar 2,76e+07 N/m².



Gambar 5. *Badan box-Static1-Stress-Stress1*

Kesimpulan

Produk CAPTURE BOX dirancang sebagai solusi atas kebutuhan masyarakat akan alat penyaring udara luar ruangan yang efektif dan efisien. Permasalahan polusi udara yang semakin parah, terutama di area terbuka seperti jalan raya dan ruang publik, mendorong perlunya inovasi yang mampu memberikan dampak nyata dalam menanggulangi masalah tersebut. Perancangan produk CAPTURE BOX dilakukan secara terstruktur dengan menggunakan metode *Nigel Cross* yang mencakup 7 tahapan utama, yaitu klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penetapan karakteristik teknis, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan pengembangan rancangan. Pada tahap klarifikasi tujuan awal menghasilkan diagram pohon tujuan produk (*objective tree*) yang terdiri atas 3 level untuk memperjelas arah dan sasaran perancangan produk CAPTURE BOX. Kemudian, penetapan fungsi yang divisualisasikan melalui diagram *black box* yang menggambarkan *input-proses-output* dari rancangan produk CAPTURE BOX. Pada tahap ini, diidentifikasi 4 sub fungsi yang menjadi batasan fungsi sistem, yaitu sub fungsi *casing box*, sub fungsi papan filtrasi, sub fungsi sistem kelistrikan, dan sub fungsi kipas *exhauster*. Tahap selanjutnya adalah penyusunan kebutuhan, yang menghasilkan adanya 8 atribut *wish* dan ada 2 atribut *demand*, yaitu konsumsi daya listrik serta sistem pergantian papan filtrasi. Dalam tahap penetapan karakteristik teknis, diidentifikasi 7 karakteristik, dimana karakteristik teknis yang tergolong tingkat sedang yaitu konsumsi daya dan estetika produk, sedangkan ketahanan produk, usia pakai, berat produk, kinerja filter, dan kemudahan perawatan termasuk kategori tingkat sulit. Pada tahap pembangkitan alternatif, dihasilkan 3 alternatif produk yang kemudian dianalisis dan dibandingkan. Dari hasil evaluasi tersebut, produk CAPTURE BOX terbukti menjadi solusi terbaik yang memenuhi kriteria dan kebutuhan yang telah ditentukan. Dalam tahap pengembangan rancangan, didapatkan rincian biaya produksi produk CAPTURE BOX yang berhasil dikurangi dari Rp.755.000 menjadi Rp.705.000, menjadikan produk ini lebih efisien tanpa mengurangi fungsionalitasnya. Hasil simulasi produk CAPTURE BOX

dengan *software SolidWorks* menunjukkan hasil massa sebesar 0,154011 kg dan volume sebesar 0,000173046 m³ serta *tensile strength* sebesar 2,76e+07 N/m².

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penulisan jurnal ini. Terima kasih atas dukungan, bimbingan, dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penulisan jurnal berlangsung.

Referensi

- [1] F. S. M. Darmawan, I. Cholissodin, and P. P. Adikara, "Klasifikasi Pengaruh Polusi Udara di Indonesia terhadap Kesehatan menggunakan Algoritme Kernel Modified K-Nearest Neighbor," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 6, pp. 2617–2624, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [2] Sudarti, Yushardi, and N. Kasanah, "Analisis Potensi Emisi CO2 Oleh Berbagai Jenis Kendaraan Bermotor di Jalan Raya Kemantren Kabupaten Sidoarjo," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 9, no. 2, pp. 70–75, Aug. 2022, doi: 10.21776/ub.jsal.2022.009.02.4.
- [3] A. A. Anandari, A. Farid Wajidi, and G. Harsono, "Dampak Polusi Udara terhadap Kesehatan dan Kesiapan Pertahanan Negara di Provinsi DKI Jakarta," *Journal on Education*, vol. 06, no. 02, pp. 10868–10884, 2024.
- [4] N. F. A. Barasa, S. D. Fadlina, T. S. Cindy, and H. M. L. Lubis, "Penerapan Teknologi Filter Udara untuk Menanggulangi Polusi Udara di Desa Laut Dendang," *Journal of Community Service*, vol. 7, no. 1, pp. 46–53, 2025.
- [5] Suciati, N. Risnawan, D. Nurdiansyah, and S. Aritonang, "TEKNOLOGI FILTER UDARA DALAM MENGATASI POLUSI UDARA DI KAWASAN PERKOTAAN CHINA," *Jurnal Pelita Kota*, vol. 5, no. 1, pp. 534–546, 2024, Accessed: Mar. 04, 2025. [Online]. Available: <https://ejurnal.universitaskarimun.ac.id/index.php/pelita/>
- [6] I. Michael Siregar and L. W. Budi Putri, "Analisis Variasi Implementasi Algoritma Analytical Hierarchy Process (AHP) Dalam Menentukan Prioritas Produk Kalibrasi," *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 1, pp. 54–63, May 2024, doi: 10.25077/teknosi.v10i1.2024.54-63.
- [7] T. Alda, D. Charin, and N. Tarigan, "TALENTA Conference Series: Energy & Engineering Penerapan Metode Nigel Cross Pada Desain Produk Rompi Pemanas Akupuntur (Heating Acupuncture Vest)," 2022, doi: 10.32734/ee.v5i2.1545.
- [8] N. Fadhilah, "TALENTA Conference Series: Energy & Engineering Pengembangan Komposter dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD) Fase II," 2022, doi: 10.32734/ee.v5i2.1569.
- [9] R. Ginting, A. M. Tirtayasa, and R. Silalahi, "Aplikasi Metode Quality Function Deployment pada Perancangan Alat Terapi Kaki," *TALENTA Conference Series*, vol. 6, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1839.
- [10] G. O. Dharma, D. R. Lucitasari, and M. S. A. Khannan, "PERANCANGAN ULANG HEADSET DAN PENUTUP MATA UNTUK TIDUR MENGGUNAKAN METODE NIGEL CROSS," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 11, no. 1, 2018.
- [11] S. Sibuea, W. P. Hutabarat, and A. C. Sembiring, "RELAYOUT GUDANG PRODUK JADI PT. JAYA BETON INDONESIA MENGGUNAKAN METODE Systematic Layout Planning DAN CORELAP," 2020.
- [12] R. Aurachman, "PROSES PENGAMBILAN DATA PADA AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS) MENGGUNAKAN PRINSIP CLOSED LOOP CONTROL SYSTEM," *JISI: JURNAL INTEGRASI SISTEM INDUSTRI VOLUME*, vol. 6, 2019, doi: 10.24853/jisi.6.1.55-64.
- [13] T. M. Dian and S. Sucipto, "Quality Improvement of Honey Product Using Quality Function Deployment (QFD) Method," *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, vol. 10, no. 3, pp. 260–273, Dec. 2021, doi: 10.21776/ub.industria.2021.010.03.7.
- [14] Y. Apriyanti *et al.*, "House of Quality sebagai Pengendalian Kualitas Produk pada Kemasan Karton Lipat," vol. XVII, no. 1, pp. 115–125, 2023.
- [15] W. Khairannur, S. Ariestina, W. O. R. Simanjuntak, N. Syahfitri, and B. E. P. Kembaren, "Kombinasi QFD Dan Nigel Cross untuk Perancangan Halal Tourism di Danau Toba," *remik*, vol. 7, no. 1, pp. 795–809, Jan. 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.12173.