



PAPER – **OPEN ACCESS**

Penerapan Metode Nigel Cross pada Desain SAMBOOK (Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack)

Author : Christy Uliarta Naibaho, et al
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2732
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 9 Issue 2 – 2026 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



Penerapan Metode *Nigel Cross* pada Desain SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*)

Christy Uliarta Naibaho, Steven Alexius Sidabutar, Zai Zhafun Jawzaa

Program Studi Sarjana Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No. 9, Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia

christy.naibaho25@gmail.com, steven17112002@gmail.com, jawzaa2026@gmail.com

Abstrak

Perancangan produk didefinisikan sebagai aktivitas pemecahan masalah yang bertujuan untuk mentransformasikan kebutuhan pengguna menjadi spesifikasi teknis yang konkret. Penelitian ini bertujuan untuk merancang produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) menggunakan pendekatan metodologi *Nigel Cross*. Penggunaan metode *Nigel Cross* berfungsi sebagai kerangka kerja rasional untuk memandu proses desain melalui tujuh tahapan prosedural yang terintegrasi, mulai dari fase klarifikasi hingga detail perbaikan. Langkah awal penelitian dilakukan melalui identifikasi tujuan perancangan menggunakan pohon tujuan (*objectives trees*) guna membangun kebutuhan yang jelas, dilanjutkan dengan penetapan fungsi sistem melalui analisis *black box* dan blok diagram fungsional. Guna memastikan relevansi desain, penelitian ini menyusun spesifikasi kebutuhan berdasarkan komparasi antara gagasan kreatif perancang dengan keinginan riil konsumen melalui kuesioner terbuka. Karakteristik teknis produk dirumuskan secara mendalam untuk menerjemahkan atribut terpilih ke dalam parameter yang terukur. Pada tahap pengembangan solusi, digunakan *morphological chart* untuk membangkitkan berbagai alternatif kombinasi sub-solusi desain, yang kemudian dievaluasi secara objektif untuk menentukan rancangan paling optimal. Sebagai tahap akhir, dilakukan rekayasa nilai atau rincian perbaikan (*improving details*) pada komponen material dan teknologi untuk meningkatkan nilai produk bagi pengguna serta efisiensi bagi produsen. Hasil dari penerapan metodologi ini adalah sebuah spesifikasi final SAMBOOK yang memenuhi aspek fungsionalitas dan ergonomi melalui pendekatan desain yang berkelanjutan dan terstruktur.

Kata Kunci: Desain Produk; Metodologi Perancangan; *Nigel Cross*; Pohon Tujuan; Rincian Perbaikan

Abstract

Product design is defined as a problem-solving activity aimed at transforming user needs into concrete technical specifications. This research aims to design the SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) product using the *Nigel Cross* methodological approach. The application of the *Nigel Cross* method serves as a rational framework to guide the design process through seven integrated procedural stages, ranging from the clarification phase to improving details. The initial step of the research was conducted by identifying design objectives using objective trees to establish clear requirements, followed by determining system functions through black box analysis and functional block diagrams. To ensure design relevance, this study compiled requirement specifications based on a comparison between the designer's creative ideas and real consumer desires through open questionnaires. The technical characteristics of the product were formulated in depth to translate selected attributes into measurable parameters. In the solution development stage, a morphological chart was used to generate various alternative combinations of design sub-solutions, which were then objectively evaluated to determine the most optimal design. As a final stage, value engineering or improving details was carried out on material and technological components to increase product value for users and efficiency for producers. The result of applying this methodology is a final SAMBOOK specification that fulfills functionality and ergonomics aspects through a sustainable and structured design approach.

Keywords: Design Methodology; Improving Details; *Nigel Cross*; Objectives Trees; Product Design

1. Pendahuluan

Perancangan produk didefinisikan sebagai prosedur, teknik, dan alat bantu sistematis yang merepresentasikan rangkaian aktivitas dalam proses desain total untuk menghasilkan solusi yang optimal [1]. Desain produk adalah kegiatan kreatif yang bertujuan untuk menetapkan kualitas multiguna dari objek, proses, layanan, dan sistem dalam seluruh siklus hidupnya guna memenuhi kebutuhan fungsional dan estetika [2]. Dalam pengembangan produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*), diperlukan sebuah metodologi perancangan yang mampu mengintegrasikan fungsi teknis dengan kebutuhan

pengguna secara rasional [3]. Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam dunia perancangan adalah metode *Nigel Cross*. Metode ini bertujuan untuk mengetahui keinginan serta kebutuhan konsumen secara mendalam melalui pendekatan yang bersifat algoritmik dan prosedural. Dengan menerapkan metode *Nigel Cross*, perancang dapat memastikan bahwa setiap fase pengembangan produk dilakukan secara terukur guna meminimalkan kesalahan pengambilan keputusan desain [4]

Metodologi perancangan *Nigel Cross* terdiri dari tujuh langkah kritis yang disusun secara sistematis untuk memandu proses kreatif dari tahap awal hingga rincian teknis akhir [5]. Langkah pertama dalam metode ini adalah klarifikasi tujuan (*clarifying objectives*) yang bertujuan menentukan sasaran desain melalui metode pohon tujuan (*objectives trees*). Tahap berikutnya adalah penetapan fungsi (*establishing function*), di mana perancang melakukan analisis terhadap sistem *input* dan *output* menggunakan prinsip *black box* untuk memahami transformasi energi serta material. Langkah ketiga melibatkan penyusunan persyaratan (*setting requirement*) untuk menetapkan batasan target yang harus dicapai berdasarkan hasil *brainstorming* terhadap preferensi konsumen. Selanjutnya, dilakukan penentuan karakteristik (*determining characteristics*) yang bertujuan menghubungkan kebutuhan konsumen dengan ketentuan teknis yang terukur. Melalui tahapan awal ini, perancang dapat membangun landasan desain yang kuat sebelum memasuki fase pembangkitan solusi [6].

Pada tahap pengembangan solusi, metode *Nigel Cross* memfasilitasi eksplorasi ide yang luas melalui langkah pembangkitan alternatif (*generating alternatives*) menggunakan *morphological chart* [7]. Alat bantu ini memungkinkan identifikasi berbagai kombinasi sub-solusi yang dapat memenuhi fungsi esensial produk secara inovatif [8]. Setelah alternatif desain terbentuk, langkah keenam adalah evaluasi alternatif (*evaluating alternatives*) untuk menentukan rancangan terbaik yang paling memenuhi kriteria fungsional dan keinginan konsumen. Tahap akhir dari metodologi ini adalah rincian perbaikan (*improving details*), yaitu proses modifikasi teknis untuk meningkatkan nilai produk sekaligus mengoptimalkan efisiensi biaya produksi. Penerapan ketujuh langkah *Nigel Cross* ini menjamin bahwa produk SAMBOOK yang dihasilkan tidak hanya memiliki keandalan mekanis yang tinggi, tetapi juga relevan terhadap tantangan pelestarian koleksi buku di wilayah tropis.

2. Metode Penelitian

2.1. Klarifikasi Tujuan

Klarifikasi tujuan adalah tahap ini difokuskan pada pendefinisian target dari proses desain yang dilakukan menggunakan instrumen pohon tujuan (*objectives trees*). Melalui alat ini, sasaran utama dan sub-target dari pengembangan produk dipetakan secara sistematis dalam sebuah skema hierarkis yang memperlihatkan keterkaitan antar tingkat tujuan. Setiap percabangan dalam diagram tersebut berfungsi sebagai representasi jalur atau metode untuk merealisasikan tujuan desain yang telah ditetapkan [9].

2.2. Penetapan Fungsi

Penetapan fungsi adalah Langkah ini melibatkan analisis terhadap cakupan problem desain, baik pada level konseptual yang luas maupun detail yang lebih spesifik. Perancang memiliki fleksibilitas untuk mengevaluasi permasalahan dengan cara menaikkan atau menurunkan tingkat kerincian fungsi guna memahami sistem secara menyeluruh [10].

2.3. Penetapan Kebutuhan

Dalam menentukan batasan operasional bagi perancang, spesifikasi performansi berperan dalam memfilter berbagai kemungkinan solusi yang relevan. Sangat penting bagi pengembang produk untuk merumuskan batasan target yang ideal; tidak terlalu sempit agar tidak menghambat kreativitas, namun juga tidak terlalu luas. Hal ini dikarenakan parameter yang terlalu longgar dapat mengakibatkan munculnya solusi desain yang tidak akurat atau tidak efisien [11].

2.4. Penentuan Karakteristik

Penentuan Karakteristik adalah fase ini merupakan upaya peningkatan kualitas desain melalui pemahaman mendalam terhadap ekspektasi pemakai yang kemudian dikonversi menjadi parameter teknis yang terukur. Pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) digunakan sebagai instrumen perencanaan strategis agar fokus pengembangan tetap selaras dengan kebutuhan pelanggan selama fase perancangan dan manufaktur [12].

2.5. Pembangkitan Alternatif

Pembangkitan alternatif adalah suatu proses yang bertujuan untuk merumuskan beragam opsi rancangan yang mampu menjawab tantangan dalam desain. Instrumen yang diaplikasikan adalah *morphological chart*, yakni sebuah daftar sistematis yang memetakan variasi bentuk dan komponen produk. Dengan mengombinasikan berbagai sub-solusi dari matriks tersebut, perancang dapat mengeksplorasi variasi produk dan berpotensi menemukan inovasi baru yang sebelumnya belum teridentifikasi. [13].

2.6. Evaluasi Alternatif

Evaluasi alternatif merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menyeleksi opsi desain paling optimal dari sekian banyak alternatif yang ada. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa model terpilih mampu merepresentasikan keinginan konsumen sekaligus memenuhi standar fungsionalitas yang ditetapkan [14].

2.7. Rincian Perbaikan

Rincian Perbaikan Secara praktis, banyak aktivitas desain yang tidak selalu dimulai dari konsep radikal, melainkan melalui modifikasi teknis pada desain yang sudah ada. Langkah perbaikan ini bertujuan untuk mengoptimalkan performa, mereduksi bobot, menekan biaya operasional, serta meningkatkan nilai estetika produk. Modifikasi ini umumnya terbagi menjadi dua fokus utama: meningkatkan *value* bagi konsumen dan mencapai efisiensi biaya bagi pihak produsen [15].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Produk Akhir

Spesifikasi produk akhir untuk produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Produk Akhir SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*)

No.	Atribut	Modus
1.	Dimensi (cm)	60 × 28 × 80
2.	Jumlah Rak	2 tingkat
3.	Jumlah Penopang	2 buah
4.	Jenis Pintu	<i>Sliding door</i>
5.	Model Bentuk	Balok
6.	Warna	Putih
7.	Sekat	Horizontal
8.	Sensor	Kelembapan
9.	Material	Serat Bambu dan Karbon Aktif
10.	Ventilasi	<i>Passive Stack Ventilation</i>

3.2. Problem

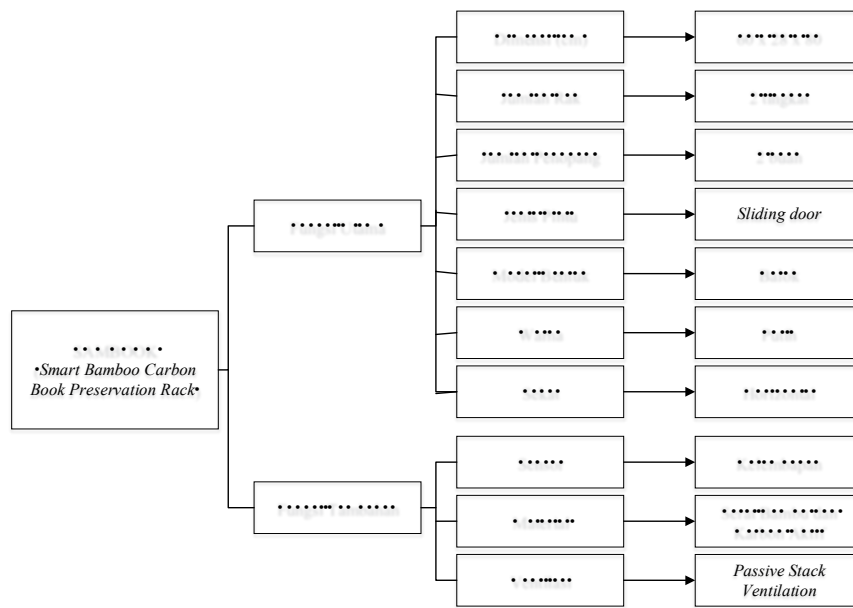
Tahap awal dalam metodologi Nigel Cross difokuskan pada upaya memperjelas sasaran desain (klarifikasi tujuan). Dalam proses ini, diagram pohon tujuan (*objectives trees*) diaplikasikan untuk memetakan sasaran utama hingga bagian yang lebih spesifik, sehingga keterkaitan hierarkis antar tujuan dapat terlihat dengan jelas. Skema percabangan pada diagram ini menjadi representasi visual mengenai langkah-langkah strategis untuk merealisasikan target perancangan tertentu. Diagram pohon tujuan perancangan SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) dapat dilihat pada Gambar 1.

Langkah kedua dari langkah perancangan *Nigel Cross* adalah penetapan fungsi. Tujuan penetapan fungsi adalah mengidentifikasi kapabilitas yang dibutuhkan serta menetapkan batasan operasional pada sistem desain produk. Pendekatan Analisis Fungsi digunakan untuk membedah transformasi input-output melalui konsep *black box*. Fungsi rancangan keseluruhan SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) dapat dilihat pada Gambar 2.

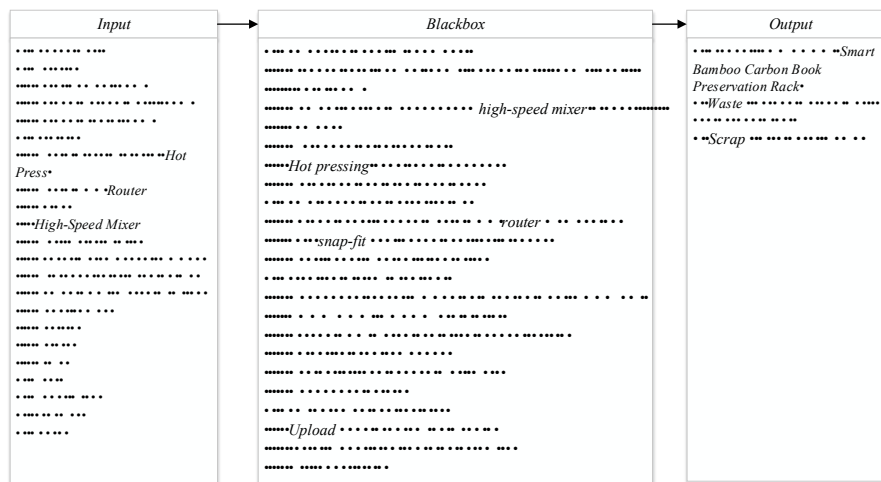
Setelahnya, disusun sebuah diagram blok untuk memperlihatkan bagaimana tiap sub-fungsi berinteraksi satu sama lain. Blok diagram interaksi SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) dilihat pada Gambar 3.

3.3. Sub Problem

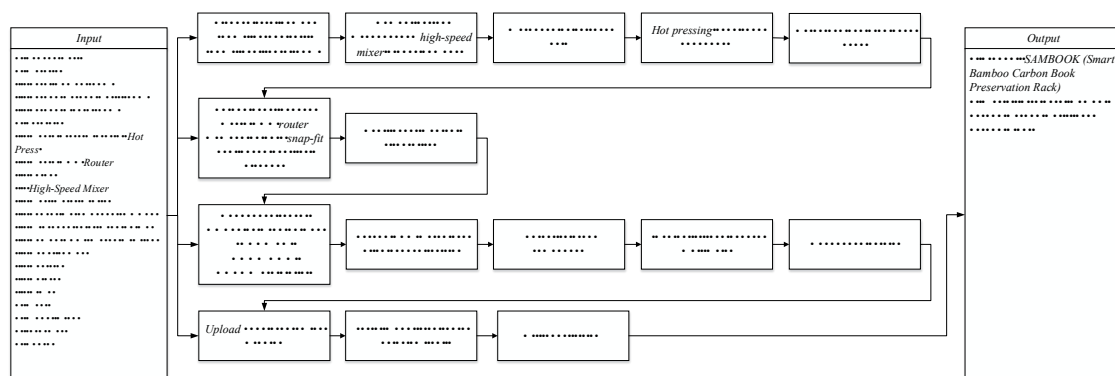
Langkah ketiga dari langkah perancangan *Nigel Cross* adalah penetapan kebutuhan. Fase penetapan kebutuhan melibatkan evaluasi atribut produk dengan membandingkan rekapitulasi data kuesioner. Penilaian dilakukan menggunakan indikator D (*demand*) untuk atribut yang tidak sinkron antara ide awal dengan ekspektasi pengguna, serta W (*wish*) untuk atribut yang selaras dengan preferensi konsumen. Spesifikasi produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Diagram Pohon Tujuan SAMBOOK (Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack)



Gambar 2. Fungsi Rancangan Keseluruhan SAMBOOK (Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack)

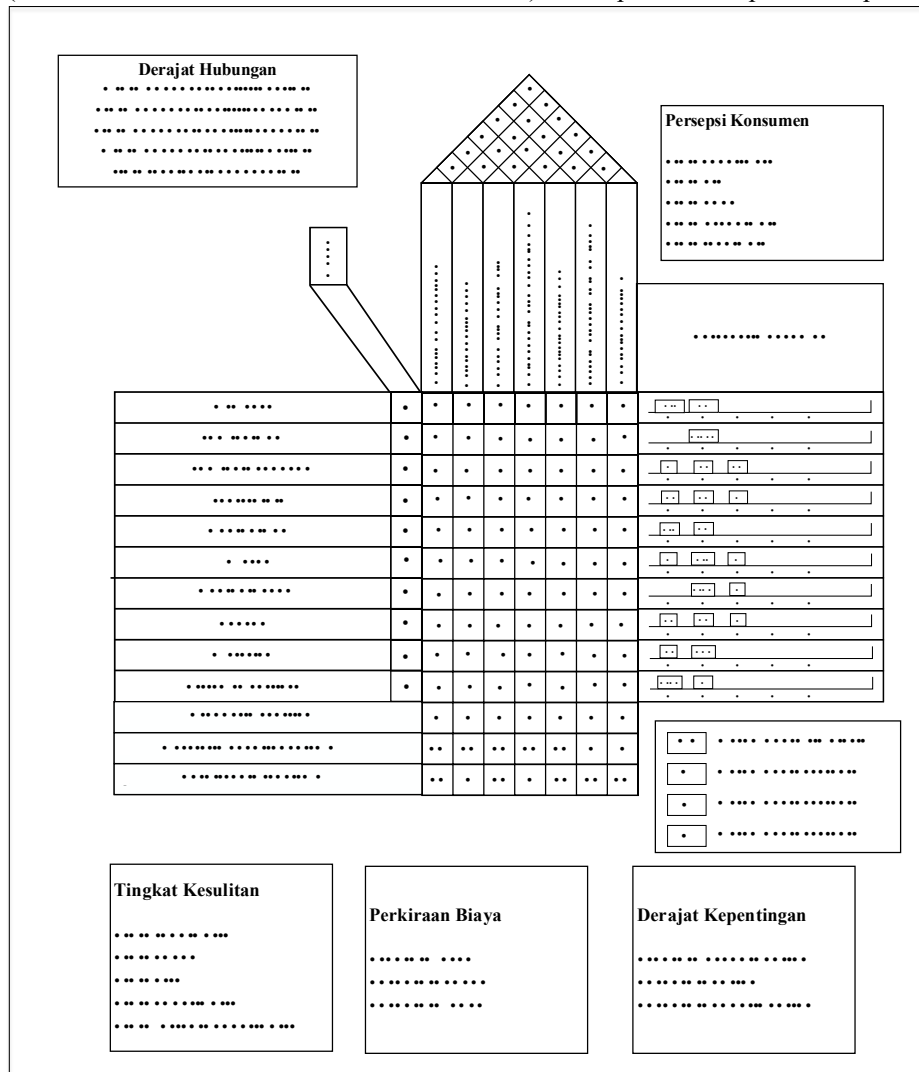


Gambar 3. Blok Diagram SAMBOOK (Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack)

Tabel 2. Spesifikasi Produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*)

No.	Hasil <i>Brainstorming</i>	D/W	Kuesioner Terbuka
1.	Dimensi : 60 x 30 x 60	D	Dimensi : 60 cm × 28 cm × 80 cm
2.	Jumlah rak : 2 tingkat	W	Jumlah rak : 2 tingkat
3.	Jumlah penopang : 4 buah	D	Jumlah penopang : 2 buah
4.	Jenis pintu : <i>Sliding door</i> transparan	W	Jenis pintu : <i>Sliding door</i> transparan
5.	Bentuk rak : Balok	W	Bentuk rak : Balok
6.	Warna : Warna asli serat bambu dan <i>coating</i>	D	Warna : Putih
7.	Sekat : Garis-garis panjang dari kanan ke kiri	W	Sekat : Garis-garis panjang dari kanan ke kiri
8.	Sensor : DTH11 (Mendeteksi Kelembapan)	W	Sensor : DTH11 (Mendeteksi Kelembapan)
9.	Material : Serat bambu dan karbon aktif	W	Material : Serat bambu dan karbon aktif
10.	Sistem ventilasi : <i>Passive Stack Ventilation</i>	W	Sistem ventilasi : <i>Passive Stack Ventilation</i>

Langkah selanjutnya adalah menyusun *House of Quality* (HoQ) yang mengintegrasikan seluruh karakteristik teknis, atribut yang diinginkan oleh konsumen, SAMBOOK kelompok VI/B dan para pesaing terhadap atribut yang sama. Seluruh elemen ini akan dianalisis dan disusun dalam rumah mutu menggunakan metode *Quality Function Development* (QFD). *House of Quality* Produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) Kelompok VI/B dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. *House of Quality* Produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) Kelompok VI/B

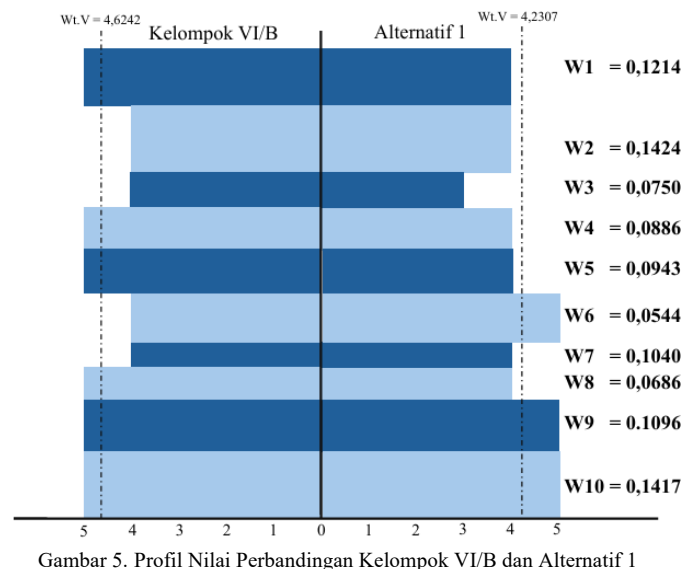
3.4. Sub Solusi

Langkah kelima dari langkah perancangan *Nigel Cross* adalah pembangkitan alternatif yang mempunyai tujuan untuk mengumpulkan beberapa alternatif yang dapat dijadikan penyelesai masalah dalam perancangan produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) sehingga kemudian akan dicari solusi ataupun alternatif terbaik. Hal ini dilakukan dengan menggunakan peta morfologi (*Morphological Chart*) yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Morphological Chart* SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*)

No.	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Dimensi Produk	60 cm × 28 cm × 80 cm	60 cm × 30 cm × 60 cm	100 cm × 50 cm × 100 cm
2.	Jumlah Rak	2 tingkat	3 tingkat	4 tingkat
3.	Jumlah Penopang	2 buah	4 buah	6 buah
4.	Jenis Pintu	Sliding door transparan	Pintu Kaca Bingkai	Pintu lipat
5.	Bentuk Rak	Balok	Kubus	Tangga
6.	Warna	Putih	Merah	Biru
7.	Bentuk Sekat	Garis-garis panjang dari kanan ke kiri	Pola batu bata	Terbuka Sebagian
8.	Sensor	DHT11 (Mendeteksi Kelembapan)	DHT22 (Mendeteksi Suhu)	MC-38 (Mendeteksi Pintu Terbuka/Tertutup)
9.	Material	Serat bambu dan karbon aktif	Kayu	Silikon
10.	Sistem Ventilasi	Passive Stack Ventilation	Ventilasi Mekanis	Ventilasi Celah Bayangan
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

Langkah selanjutnya adalah Proses penentuan solusi dilakukan dengan mengalikan bobot tiap atribut produk terhadap nilai relatif yang relevan. Akumulasi dari hasil perkalian tersebut kemudian digunakan untuk mengidentifikasi opsi dengan skor tertinggi. Berdasarkan perhitungan, Alternatif 1 dipilih sebagai dasar rancangan karena memiliki nilai yang paling identik dengan kriteria Kelompok VI/B. Selanjutnya, dilakukan komparasi mendalam antara rancangan Kelompok VI/B dengan Alternatif 1 guna meninjau korelasi antara bobot nilai dan tingkat kepentingan masing-masing atribut, sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Profil Nilai Perbandingan Kelompok VI/B dan Alternatif 1

Gambar di atas menunjukkan perhitungan luas gap antara kelompok VI/B dan alternatif 1, diperoleh kesimpulan luas gap kelompok yaitu 0,2346 lebih kecil daripada luas gap alternatif 1 yaitu 0,2605 sehingga produk yang terpilih adalah produk kelompok VI/B. Dari *gantti chart* dapat dilihat bahwa bobot yang paling besar terdapat pada W2 yaitu 0,1424, sedangkan bobot terkecil terdapat pada W6 yaitu 0,0544. Kedua alternatif menunjukkan kesimpangannya yang tidak terlalu signifikan dari bobot masing-masing alternatif.

3.5. Solusi

Langkah terakhir dari serangkaian proses perancangan digunakan untuk memaksimalkan nilai manfaat bagi pembeli sekaligus mengefisienkan biaya bagi produsen melalui teknik Rekayasa Nilai (*Value Engineering*). Harga dari komponen-komponen yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Harga Komponen-Komponen yang Akan Digunakan

Komponen / Alat	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang digunakan	Total Biaya (Rp)
Serat Bambu	Rp25.000 / paket	1 Paket	Rp25.000
Serbuk Karbon Aktif	Rp20.000 / paket	1 Paket	Rp20.000
Serbuk Lignin	Rp35.000 / paket	1 Paket	Rp35.000
Sensor Kelembapan	Rp25.000 / unit	1 Unit	Rp25.000
Lampu LED	Rp1.000 / unit	2 Unit	Rp2.000
Kabel Jumper	Rp15.000 / set	1 Set	Rp15.000
Resistor	Rp500 / unit	2 Unit	Rp1.000
Mikrokontroler Arduino Uno	Rp125.000 / unit	1 Unit	Rp125.000
Baterai	Rp15.000 / unit	1 Unit	Rp15.000
Timah	Rp10.000 / Roll	1 Roll	Rp10.000
Total			Rp273.000

Selanjutnya adalah mencari cara untuk memperkecil biaya tanpa mengurangi nilai. Cara untuk menurunkan harga tanpa mengurangi nilainya adalah mencari sumber alternatif bahan produk yang lebih murah tanpa mengurangi kualitas SAMBOOK dan alat yang digunakan diasumsikan sudah dimiliki oleh perancang. Evaluasi penurunan harga dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Harga Komponen

Komponen / Alat	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang digunakan	Total Biaya (Rp)
Serat Bambu	Rp25.000 / paket	1 Paket	Rp25.000
Serbuk Karbon Aktif	Rp20.000 / paket	1 Paket	Rp20.000
Serbuk Lignin	Rp35.000 / paket	1 Paket	Rp35.000
Sensor Kelembapan	Rp25.000 / unit	1 Unit	Rp25.000
Lampu LED	Rp1.000 / unit	2 Unit	Rp2.000
Kabel Jumper	Rp15.000 / set	1 Set	Rp15.000
Resistor	Rp500 / unit	2 Unit	Rp1.000
Mikrokontroler Arduino Uno	Rp125.000 / unit	1 Unit	Rp125.000
Baterai	Rp10.000 / unit	1 Unit	Rp10.000
Timah	Rp10.000 / Roll	1/2 Roll	Rp5.000
Total			Rp263.000

3.6. Flow Process Chart

Flow Process Chart (FPC) produk SAMBOOK (*Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack*) kelompok VI/B dapat dilihat pada Gambar 6.

Peta Aliran Proses (Flow Process Chart)																		
Ringkasan							PEKERJAAN					PEMBUATAN SAMBOOK						
KEGIATAN	Sekarang		Usulan		Beda		NOMOR PETA					: 01						
	Jumlah	Waktu (detik)	Jumlah	Waktu (detik)	Jumlah	Waktu (detik)												
○ Operasi	22	3975					ORANG ☐					BAHAN ☐						
□ Penerimaan	2	270					SEKARANG ☐					USULAN ☐						
➔ Transportasi	1	480					DIPETAKAN OLEH					: KELOMPOK VI-B						
◇ Memeriksa	0	-					TANGGAL DIPETAKAN					: 8 APRIL 2026						
▽ Penyimpanan	0	60																
Jarak Total	-																	
Uraian Kegiatan	Lambang					Jarak (m)	Jumlah	Waktu (detik)	Analisa				Catatan	Tindakan				
	○	□	➔	◇	▽				Apa	Dimana	Kapan	Siapa		Bagaimana	Ruang	Gabung	Liputan	Tempat
Sebelum material utama (bambu, karbon, logam) dibawa dari Gudang Bahan ke Stasiun Pencampuran dengan troli.						10	1	300										
Material disiapkan sesuai toleransi rasio (70:20:10) di Stasiun Pencampuran menggunakan timbangan digital.						-	1	180										
Material diproses melalui pencampuran kering (dry mixing) di Stasiun Pencampuran menggunakan high-speed mixer.						-	1	240										
Campuran material dimasukkan ke dalam cetakan baja di Stasiun Pencetakan secara manual.						-	1	60										
Pada biokomposit diproses melalui pengepresan panas (hot pressing) pada suhu 180-200°C di Stasiun Pencetakan menggunakan mesin press hidrolik.						-	1	1.200										
Pada biokomposit didinginkan (cooling) untuk mencapai stabilitas di Stasiun Pencetakan pada area pendinginan.						-	1	600										
Pada dipotong membentuk pola sambungan snap-fit dan ventilasi di Stasiun CNC menggunakan mesin CNC Router.						-	1	450										
Komponen elektronik dirakit dengan menghubungkan sensor DHT11 ke Arduino di Stasiun Elektronik menggunakan kabel jumper.						-	1	300										
Lampu LED (merah dan hijau) serta resistor dipasang pada rangkaian di Stasiun Elektronik secara manual.						-	1	180										
Sebelum sambungan rangkaian diperkuat di Stasiun Elektronik menggunakan solder dan timah.						-	1	420										
Jalur kelistrikan diperiksa stabilitas tegangan dan potensi arus pendek di Stasiun Elektronik menggunakan multimeter digital.						-	1	150										
Baterai dihubungkan ke mikrokontroler sebagai sumber daya di Stasiun Elektronik secara manual.						-	1	45										
Kode program (coding) dimasukkan ke dalam Arduino Uno di Stasiun Elektronik menggunakan kabel data PC.						-	1	120										
Modul elektronik dimatikan pada kompartemen rak di Stasiun Perakitan Akhir secara manual.						-	1	180										
Respon sistem terhadap kondisi lingkungan diuji fungsinya di Stasiun Perakitan Akhir secara manual.						-	1	120										
Produk SAMBOOK jadi dibawa dari Stasiun Perakitan Akhir ke Gudang Barang Jadi dengan troli.						10	1	180										
Produk SAMBOOK disimpan di Gudang Barang Jadi pada rak penyimpanan.						-	1	60										

Gambar 6. Flow Process Chart (FPC) produk SAMBOOK (Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack) Kelompok VI/B

3.7. Simulasi SolidWorks

Analisis teknis dilakukan melalui perangkat lunak SolidWorks untuk menguji ketahanan struktur serta tegangan pada produk. Penggunaan SimulationXpress Analysis Wizard membantu memvalidasi kualitas desain dan meminimalkan kegagalan teknis sebelum produksi. Berdasarkan data mass properties, produk ini memiliki berat sebesar 78,57 gram dengan volume 44140,77 mm³. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa desain SAMBOOK memiliki yield strength pada angka 2e+07 N/m².

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, pada spesifikasi produk akhir diperoleh bahwa SAMBOOK (Smart Bamboo Carbon Book Preservation Rack) dirancang dengan dimensi 60 × 28 × 80 cm, terdiri dari 2 tingkat rak, menggunakan material serat bambu dan karbon aktif, dilengkapi sensor kelembapan, serta sistem ventilasi pasif (*passive stack ventilation*) yang berfungsi menjaga kondisi buku tetap optimal. Desain ini menekankan keseimbangan antara fungsi penyimpanan dan pengawetan buku. Pada tahap problem, metode *Nigel Cross* berhasil mengidentifikasi tujuan utama dan fungsi tambahan produk melalui diagram pohon tujuan dan analisis fungsi. Hasilnya menunjukkan bahwa SAMBOOK tidak hanya berfungsi sebagai rak, tetapi juga sebagai alat pengontrol kelembapan dan sirkulasi udara untuk menjaga kualitas buku. Selanjutnya, pada sub problem (penetapan kebutuhan) dilakukan perbandingan antara hasil *brainstorming* (*wish*) dan keinginan konsumen (*demand*). Dari analisis ini diperoleh atribut-atribut penting yang menjadi prioritas konsumen, seperti jenis pintu *sliding door*, material ramah lingkungan, serta sistem ventilasi yang

efektif. Hasil ini kemudian diperkuat melalui penyusunan *House of Quality* (HOQ) yang menunjukkan tingkat kepentingan tiap atribut. Pada tahap solusi (pengembangan alternatif), metode *Morphological Chart* menghasilkan beberapa alternatif desain berdasarkan variasi fungsi dan komponen. Dari hasil perhitungan bobot menggunakan metode pembobotan, diperoleh bahwa alternatif 1 merupakan pilihan terbaik karena memiliki nilai preferensi tertinggi dan paling sesuai dengan kebutuhan konsumen. Terakhir, pada sub solusi (*value engineering*) dilakukan analisis biaya komponen untuk memastikan efisiensi produksi. Hasilnya menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat diperoleh dengan biaya yang relatif terjangkau tanpa mengurangi kualitas dan fungsi produk. Secara keseluruhan, perancangan SAMBOOK menghasilkan desain yang optimal karena mampu memenuhi kebutuhan pengguna, memiliki fungsi yang terintegrasi dengan baik, serta ekonomis untuk direalisasikan.

References

- [1] K. T. Ulrich, S. D. Eppinger, and M. C. Yang, *Product design and development*. McGraw-Hill Education, 2020.
- [2] Yosef Richo, *Seri Buku Ajar: Pengantar Desain Produk*. Surabaya: Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI), Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, 2018.
- [3] I. Setiawan, "Potensi pengembangan desain produk bambu Kabupaten Sleman," vol. 4, no. 2, pp. 151–156.
- [4] Nigel. Cross, *Engineering design methods : strategies for product design*. Wiley.
- [5] T. Alda, D. Charin, and N. Tarigan, "TALENTA Conference Series: Energy & Engineering Penerapan Metode Nigel Cross Pada Desain Produk Rompi Pemanas Akupunktur (Heating Acupuncture Vest)," 2022.
- [6] O.-J. Optimasi, S. Industri, E. Suprayitno, M. Chaeron, M. Shodiq, and A. Khannan, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," 2018.
- [7] B. B. Wahyujati, "Aplikasi metode Morphological Chart pada perancangan Robot Belajar Baca (ROBOCA) untuk anak usia dini," *Pengetahuan dan Perancangan Produk*, vol. 5, no. 2, pp. 67–74.
- [8] Yayan Adi Prastyo, "Peningkatan Kualitas Alat Bantu Pemotong Tempe pada UKM Keripik Tempe Menggunakan HOQ," in *Seminar Nasional Teknik Industri (SENTI) Universitas Gadjah Mada 2019*, Yogyakarta: Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, 2019.
- [9] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," 2017.
- [10] S. Oktaviani and Y. Mauluddin, "Perancangan Alat Bantu Pemotong Kerupuk untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi UMKM Samawi."
- [11] A. Malik, A. Fiatno, and B. Setiawan, "Rancang Bangun Alat Penjernih Air Tipe Portable Menggunakan Metode Nigel Cross," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 4, pp. 1147–1152, Oct. 2023.
- [12] Dewi Shofi Mulyati, "Usulan Perbaikan Perancangan Produk Sepatu Perawat dengan Pendekatan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Teknoin*, vol. 22, no. 6, 2016.
- [13] Y. Bunaya, R. Wahyudi, J. T. Ryacudu, W. Huwi, J. Agung, and L. Selatan, "Rancang Bangun Pencetak Opak Pada Umkm Legendaris Menggunakan Metode Nigel Cross Dan Value Engineering," *Jurnal Rekayasa Industri JRI*, vol. 7, no. 2, 2025.
- [14] W. A. Fahrudin, "Rancangan Desain Produk Rak Pot Bunga Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," vol. 2, 2019.
- [15] G. O. Dharma, D. R. Lucitasari, and M. S. A. Khannan, "Perancangan Ulang Headset Dan Penutup Mata Untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross," *OPSI*, vol. 11, no. 1, p. 65, Jun. 2018.