



PAPER – OPEN ACCESS

Penerapan Metode Nigel Cross dalam Perancangan NextGen Green Roof

Author : Nick Ryan Nugroho, dkk
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2627
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



Penerapan Metode *Nigel Cross* dalam Perancangan *NextGen Green Roof*

Nick Ryan Nugroho*, OK M. Indralana Chalid, Patricia Audy

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia
nickryannugrohocappelutto@gmail.com, ok.m.indralana@gmail.com, ciaciaa1301@gmail.com

Abstrak

Polusi udara dan banjir merupakan dua permasalahan lingkungan utama di perkotaan yang berdampak langsung pada kesehatan manusia dan kerusakan lingkungan. Polusi industri menyebabkan gangguan pernapasan, sementara curah hujan tinggi tanpa sistem resapan yang memadai menyebabkan banjir. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah atap hijau (*green roof*), yaitu atap bangunan yang dilapisi tanaman untuk menyerap air hujan dan menyaring polutan. Penelitian ini bertujuan merancang produk *NextGen Green Roof* sebagai solusi inovatif untuk membantu penghijauan dan pengendalian limpasan air hujan. Metode yang digunakan mengacu pada pendekatan *Nigel Cross*, dimulai dengan klarifikasi tujuan melalui pohon tujuan, penetapan fungsi menggunakan prinsip *blackbox*, serta penentuan kebutuhan melalui *brainstorming* dan kuesioner. Selanjutnya dilakukan penentuan karakteristik dengan metode QFD, penentuan alternatif menggunakan peta morfologi, evaluasi alternatif berdasarkan pembobotan tujuan, dan pengembangan rancangan melalui pendekatan rekayasa nilai. Hasil akhir berupa rancangan *green roof* yang fungsional, estetis, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat urban. Produk ini diharapkan menjadi solusi ramah lingkungan untuk mengurangi dampak polusi udara dan banjir serta mendukung pembangunan berkelanjutan di wilayah perkotaan.

Kata Kunci: Atap Hijau; Polusi Udara; Banjir; *Nigel Cross*; Desain Produk.

Abstract

Air pollution and flooding are two major environmental issues in urban areas that can significantly affect human well-being as well as environmental degradation. Industrial pollution leads to respiratory problems, while high rainfall without adequate absorption systems causes flooding. One potential solution is the implementation of green roofs building rooftops covered with vegetation that can absorb rainwater and filter pollutants. This study aims to design the NextGen Green Roof product as an innovative solution to support urban greening and control rainwater runoff. The method used follows the Nigel Cross design approach, beginning with clarifying objectives through a goal tree, establishing functions using the black box principle, and setting requirements through brainstorming and questionnaires. It then proceeds to identifying key attributes through QFD, exploring design options via morphological charts, and assessing them using weighted evaluation criteria objectives, and developing the final design through a value engineering approach. The final result is a green roof design that is functional, aesthetic, and tailored to the needs of urban communities. This product is expected to serve as an eco-friendly solution to reduce the impacts of air pollution and flooding while supporting sustainable development in urban areas.

Keywords: Green Roof; Air Pollution; Flooding; Product design.

1. Pendahuluan

Laju pertumbuhan sektor industri yang sangat cepat dan urbanisasi telah memberikan dampak besar terhadap lingkungan, terutama dalam bentuk peningkatan polusi udara dan risiko bencana alam. Polusi udara telah menjadi salah satu isu global yang serius, yang tidak hanya berdampak pada kesehatan manusia, melainkan juga menimbulkan risiko lainnya seperti memperburuk kualitas lingkungan secara keseluruhan. Studi menunjukkan bahwa sekitar tahun 2000-an, kematian akibat polusi udara global mencapai angka 57.000 per tahun dan diperkirakan terus meningkat. Selain itu, wilayah industri juga memberikan dampak kesehatan terhadap para pekerja dan masyarakat sekitarnya, terutama dalam bentuk gangguan fungsi paru-paru akibat paparan debu [1].

Di sisi lain, perubahan iklim yang terjadi secara ekstrem menyebabkan meningkatnya intensitas dan frekuensi peristiwa alam seperti banjir serta longsor yang berkaitan dengan kondisi hidrometeorologi. Data dari BNPB tahun 2016 menunjukkan bahwa 92% dari 2.342 kasus bencana di Indonesia merupakan bencana hidrometeorologi, yang mengakibatkan korban jiwa, kerusakan rumah, serta fasilitas umum [2]. Salah satu penyebab utama terjadinya banjir adalah berkurangnya area resapan air akibat pembangunan yang tidak terencana dan sistem drainase yang kurang memadai [3].

Sebagai upaya mitigasi terhadap masalah polusi udara dan banjir, ditemukan sebuah solusi yaitu *green roof* atau atap hijau, konsep ini mulai diperkenalkan serta telah diterapkan di banyak negara, termasuk wilayah Indonesia. Maka dari itu, dirancang dan dikembangkanlah produk atap hijau yang menawarkan berbagai manfaat seperti penyerapan air hujan, pengurangan suhu lingkungan, penyaringan polutan udara, serta penyediaan habitat bagi makhluk hidup [4]. Tidak hanya itu, atap hijau juga mampu menghemat energi dengan berperan sebagai isolator alami yang menyerap dan melepaskan panas secara perlahan [5].

Desain produk adalah proses awal dalam pengembangan yang merujuk pada rancangan visual seperti bentuk, ukuran, dan warna sesuai kebutuhan yang dirancang untuk menjawab kebutuhan spesifik pengguna [6]. Dalam merancang produk seperti atap hijau, pendekatan rasional dari *Nigel Cross Design Method* sering digunakan karena bersifat sistematis dan terstruktur. Metode ini terdiri dari tujuh tahapan utama. Pertama, klarifikasi tujuan dilakukan untuk mengidentifikasi dan memahami permasalahan yang ingin diselesaikan. Kedua, penetapan fungsi bertujuan untuk menentukan fungsi dasar dari produk yang akan dirancang. Ketiga, penentuan kebutuhan dilakukan dengan mengumpulkan informasi tentang keinginan dan harapan pengguna. Keempat, penentuan karakteristik mengidentifikasi spesifikasi teknis atau ciri penting yang harus dimiliki produk. Kelima, pembangkitan alternatif merupakan proses menciptakan berbagai kemungkinan solusi desain. Keenam, evaluasi alternatif bertujuan membandingkan dan memilih solusi terbaik berdasarkan kriteria tertentu [7]. Terakhir, pengembangan rancangan adalah tahap finalisasi desain terpilih menjadi bentuk produk yang siap diwujudkan. Pendekatan ini mempermudah proses desain agar lebih terarah dan tepat sasaran [8].

Dalam penerapannya, masing-masing tahapan dalam metode *Nigel Cross* dapat didukung oleh metode teknis tertentu agar hasil perancangan lebih optimal. Pada tahap klarifikasi tujuan, digunakan *objectives tree* untuk memetakan tujuan utama dan turunannya secara hierarkis [9]. Pada tahap penetapan fungsi, pendekatan *black box* digunakan untuk menggambarkan fungsi produk secara umum, tanpa memperhatikan detail internalnya. Untuk penentuan kebutuhan, metode seperti *brainstorming* dan penyebaran kuesioner digunakan guna menggali keinginan dan kebutuhan dari calon pengguna [10]. Tahap penentuan karakteristik menggunakan *Quality Function Deployment (QFD)* untuk mengubah kebutuhan pengguna menjadi spesifikasi teknis produk [11]. Pada tahap pembangkitan alternatif, digunakan *morphological chart* untuk mengembangkan berbagai kombinasi solusi desain [12]. Alternatif-alternatif ini kemudian dievaluasi pada tahap evaluasi alternatif menggunakan metode *weighted objectives* yang membantu menilai alternatif terbaik berdasarkan pembobotan kriteria [13]. Terakhir, tahap pengembangan rancangan dapat diperkuat dengan pendekatan *value engineering* untuk menyempurnakan desain agar efisien secara fungsi dan biaya [14]. Secara keseluruhan, penerapan metode *Nigel Cross* bertujuan untuk menghasilkan produk yang tidak hanya inovatif dan fungsional, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan pengguna serta mendukung efisiensi dalam proses perancangan [15].

2. Metodologi Penelitian

Model perancangan *Nigel Cross* menggabungkan antara aspek prosedural dan aspek struktural. Aspek prosedural berisi tahapan perancangan, yang terdiri atas pendekatan kualitatif (seperti *Objectives Tree* dan *Morphological Chart*) dan kuantitatif (seperti *Weighted Objective*). Aspek *structural* merupakan aspek yang menunjukkan keterkaitan masalah dan solusi, baik secara kualitatif (pemetaan fungsi) maupun kuantitatif (seperti matriks QFD). Struktur tahapan dalam model perancangan *Nigel Cross* yang diterapkan dalam studi ini dirangkum dalam Tabel 1.

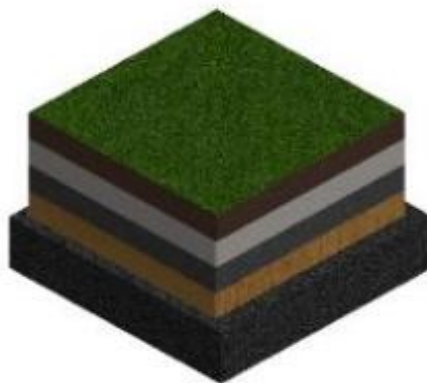
Tabel 1. Tahapan Proses Perancangan Produk dengan Metode *Nigel Cross*

No.	Tahapan	Metode yang Relevan	Tujuan
1.	<i>Clarifying Object</i>	<i>Objectives Trees</i>	Menjelaskan keterkaitan antara berbagai sub-perancangan serta bagaimana masing-masing tujuan saling berhubungan
2.	<i>Establishing Function</i>	<i>Function Analysis</i>	Mengidentifikasi kebutuhan fungsional serta menetapkan batasan-batasan sistem dalam desain produk inovatif
3.	<i>Setting Requirement</i>	<i>Performances Spesification</i>	Merumuskan spesifikasi kinerja yang sesuai untuk solusi desain yang dibutuhkan
4.	<i>Determining Characteristic</i>	<i>Quality Function Development</i>	Merumuskan tujuan guna menyelaraskan spesifikasi teknis dengan kebutuhan pelanggan
5.	<i>Generating Alternatives</i>	<i>Morphological Chart</i>	Mengidentifikasi berbagai alternatif solusi desain secara menyeluruh dan memperluas eksplorasi terhadap kemungkinan solusi baru
6.	<i>Evaluating Alternatives</i>	<i>Weighted Objectives</i>	Melakukan perbandingan nilai kegunaan dari berbagai usulan desain alternatif berdasarkan bobot dan kinerja yang telah ditentukan
7.	<i>Design Development</i>	<i>Value Engineering</i>	Mengoptimalkan atau menjaga nilai produk di mata konsumen, sekaligus menekan biaya produksi bagi pihak produsen

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Produk Akhir

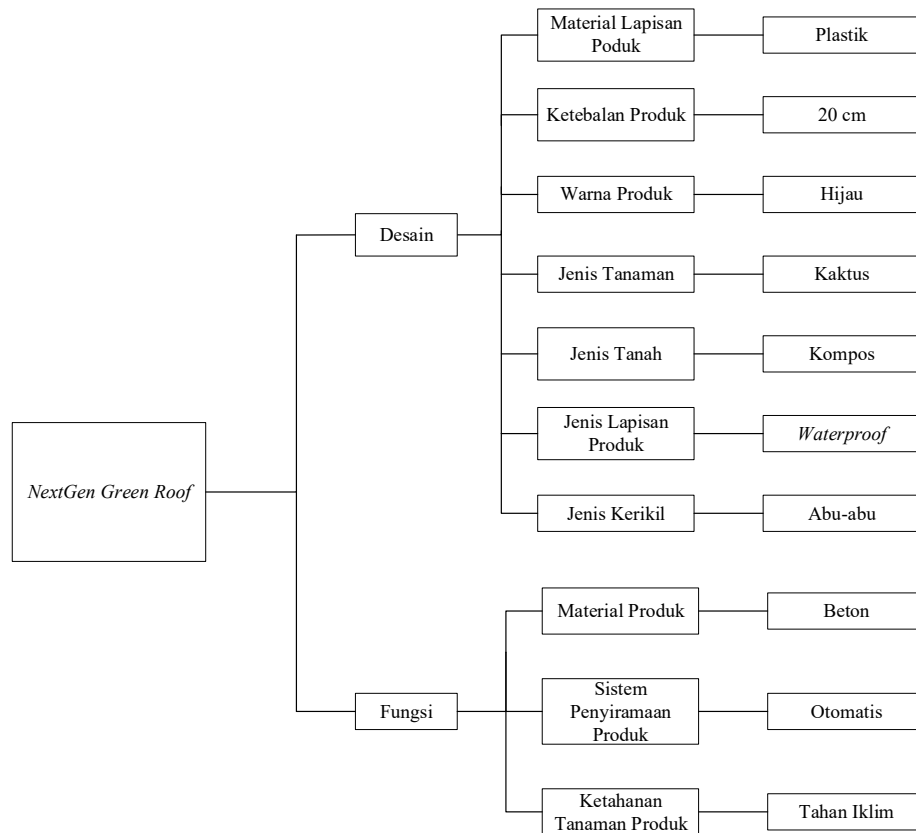
Gambar desain rancangan produk akhir *NextGen Green Roof* dengan menggunakan *software SolidWorks* ditampilkan melalui Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Akhir *Product NextGen Green Roof*

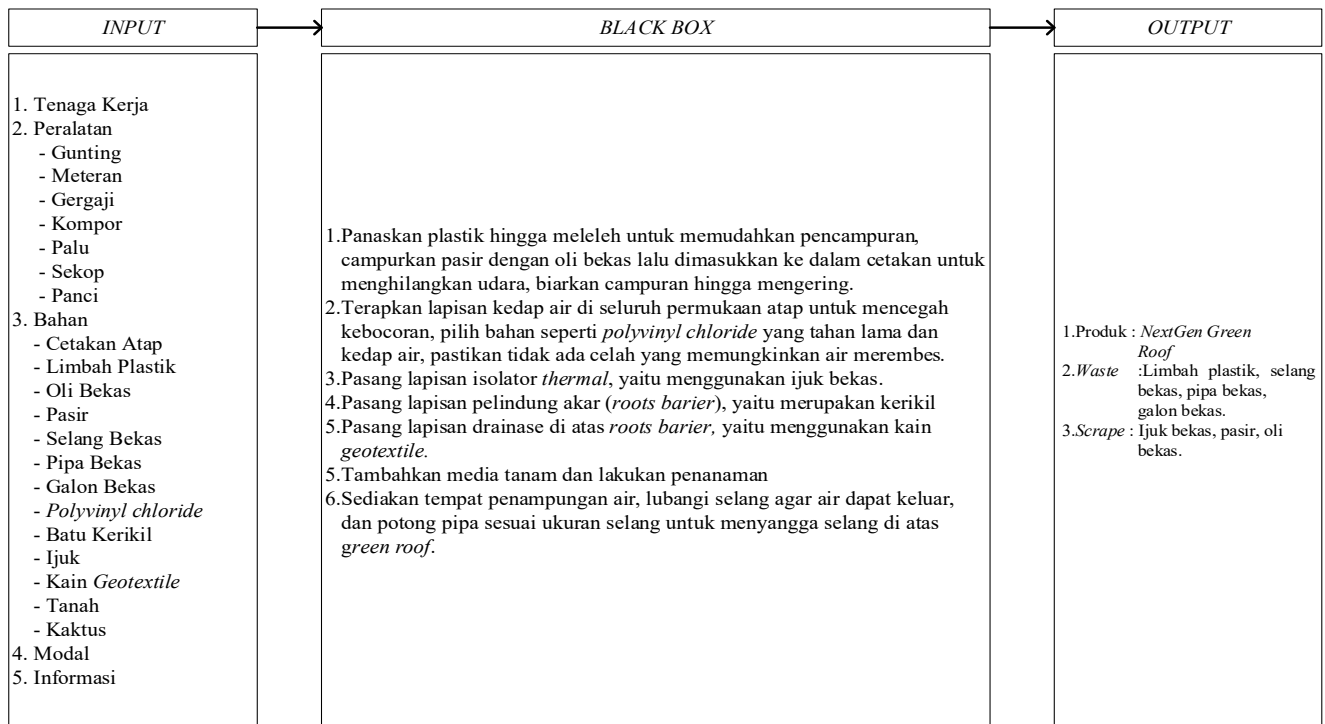
3.2. Problem (Klarifikasi Tujuan dan Penetapan Fungsi)

Hasil klarifikasi tujuan melalui pendekatan pohon tujuan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pohon Tujuan NextGen Green Roof

Hasil penetapan fungsi (*establishing function*) produk NextGen Green Roof dengan diagram *blackbox* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Diagram *Black Box* Produk *NextGen Green Roof*

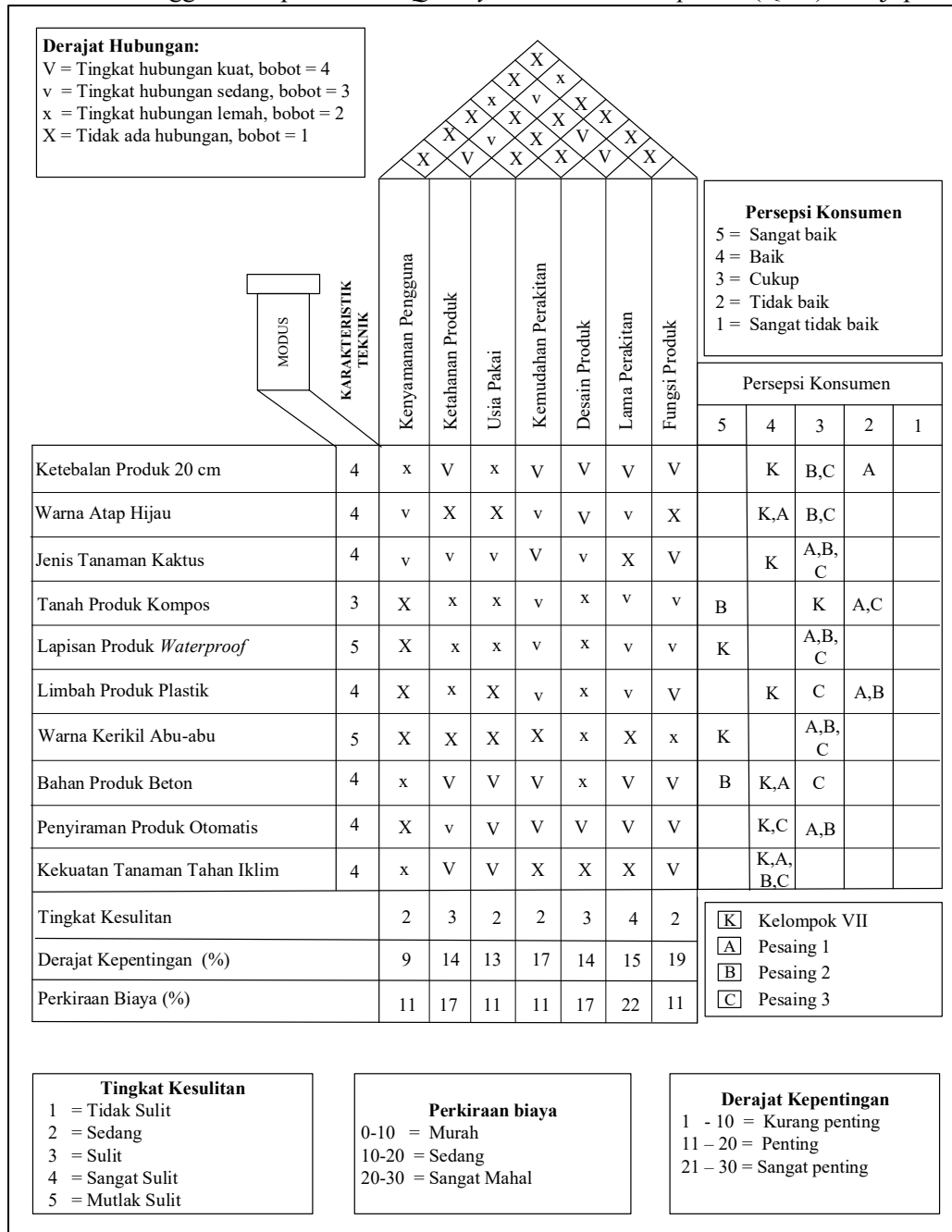
3.3. Sub Problem (Penyusunan Kebutuhan dan Penetapan Fungsi)

Hasil penyusunan kebutuhan (*setting requirement*) produk *NextGen Green Roof* dengan pemberian nilai D (*demand*) atau W (*wish*) tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Produk *NextGen Green Roof*

No.	Hasil <i>Brainstorming</i>	D/W	Kuesioner Terbuka
1.	Atap produk berwarna abu-abu	D	Atap produk berwarna hijau
2.	Ketebalan produk ± 20 cm	W	Ketebalan produk ± 20 cm
3.	Tanaman produk kaktus	W	Tanaman produk kaktus
4.	Tanah berasal dari kompos	W	Tanah berasal dari kompos
5.	Memakai lapisan <i>waterproof</i>	W	Memakai lapisan <i>waterproof</i>
6.	Menggunakan limbah dari bekas plastik	W	Menggunakan limbah dari bekas plastik
7.	Menggunakan kerikil abu-abu	W	Menggunakan kerikil abu-abu
8.	Menggunakan limbah	D	Menggunakan beton
9.	Sistem pengelolaan air hujan untuk penyiraman otomatis	W	Sistem pengelolaan air hujan untuk penyiraman otomatis
10.	Tanaman yang lebih tahan terhadap perubahan iklim	W	Tanaman yang lebih tahan terhadap perubahan iklim

Hasil penetapan karakteristik (*determining characteristics*) produk *NextGen Green Roof* yang diproduksi di fasilitas kontrol kualitas menggunakan pendekatan *Quality Function Development* (QFD) tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. *Quality Function Development* (QFD) *NextGen Green Roof*

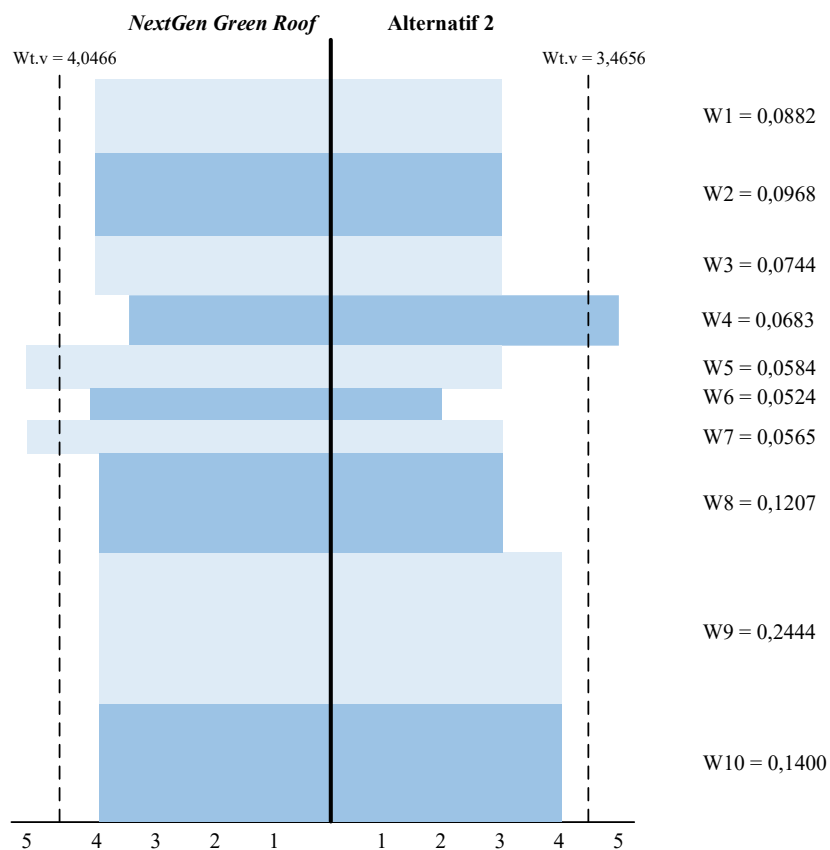
3.4. Sub Solusi (Pembangkitan Alternatif dan Evaluasi Alternatif)

Alternatif desain produk *NextGen Green Roof* yang dikembangkan melalui *Morphological Chart* disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Morphological Chart NextGen Green Roof

No.	Fungsi	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Ketebalan Produk	30cm	20cm	35cm
2.	Warna Atap	Hijau	Abu-abu	Hitam
3.	Jenis Tanaman	Rumput	Kaktus	Sayur-sayuran
4.	Tanah Produk	Kompos	Pasir	Tanah liat
5.	Lapisan Produk	Silikon	Karet	Waterproof
6.	Limbah Produk	Organik	Plastik	Domestik
7.	Warna Kerikil	Putih	Hitam	Abu-abu
8.	Bahan Produk	Beton	Kayu	Semen
9.	Penyiraman Produk	Pompa air	Irigasi	Otomatis
10.	Kekuatan Tanaman	Tahan asam	Tahan genangan air	Tahan iklim
		Alternatif 1	Alternatif 2	Altrnatif 3

Gantt Chart evaluasi alternatif produk *NextGen Green Roof* dengan metode *Weighted Objective* dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Gantt Chart produk *NextGen Green Roof*

3.5. Solusi (Pengembangan Rancangan)

Langkah ini difokuskan untuk mengoptimalkan nilai dari produk yang dikembangkan di mata konsumen sekaligus menekan biaya produksi bagi produsen. Pendekatan yang digunakan adalah *Value Engineering*, yaitu metode yang menitikberatkan pada pencapaian fungsi produk secara efisien dengan tetap menjaga kualitas. Estimasi biaya awal dari setiap komponen yang direncanakan untuk digunakan dalam produk dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya Awal Tiap Komponen *NextGen Green Roof*

No.	Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1.	Kaktus	150.000/ buah	1 buah	150.000
2.	Kerikil	5000 / kg	5 kg	25.000
3.	Kain <i>geotextile</i>	20.000 / m ²	1 m ²	20.000
4.	Ijuk	20.000 / kg	1 kg	20.000
5.	<i>Polyvinyl chlorid</i>	2.000 / 0,01m ²	0,04 m ²	10.000
6.	<i>Waterproof</i>	30.000 / m	1 m	30.000
7.	Kompos	5.000 / kg	1 kg	5.000
8.	Cetakan atap	50.000 / buah	1 buah	50.000
Total				310.000

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi strategi untuk menurunkan biaya produksi tanpa mengorbankan fungsi dan nilai produk. Salah satu pendekatan yang dapat ditempuh adalah melalui cara menyederhanakan desain, seperti mengurangi jumlah komponen atau mengintegrasikannya bila memungkinkan. Berdasarkan hasil evaluasi, proses rekayasa nilai dilakukan dengan mengganti komponen yang sebelumnya digunakan dengan alternatif yang lebih ekonomis. Upaya ini mencakup pengurangan penggunaan bahan seperti kerikil, kain geotekstil, ijuk, lapisan kedap air (*waterproof*), dan kompos. Meskipun perubahan ini berdampak pada dimensi akhir produk, fungsi utama produk tetap dapat dipertahankan. Dengan demikian, diperoleh desain yang lebih efisien secara biaya tanpa mengurangi kinerja fungsional, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Evaluasi Biaya Tiap Komponen *NextGen Green Roof*

No.	Komponen	Jumlah Komponen yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1.	Kaktus	1 buah	150.000
2.	Kerikil	3 kg	15.000
3.	Kain <i>geotextile</i>	0,5 m ²	10.000
4.	Ijuk	0,5 kg	10.000
5.	<i>Polyvinyl chlorid</i>	0,04 m ²	10.000
6.	<i>Waterproof</i>	0,5 m	15.000
7.	Kompos	0,5 kg	2.500
8.	Cetakan atap	1 buah	50.000
Total			262.500

4. Kesimpulan

NextGen Green Roof dirancang sebagai solusi atap hijau yang ramah lingkungan, fungsional, dan efisien secara biaya melalui pendekatan rekayasa nilai. Klarifikasi tujuan disusun dalam pohon tujuan tiga level yang terbagi atas dua kelompok besar, yakni desain utama (seperti warna atap hijau, ketebalan ± 20 cm, penggunaan tanaman kaktus, tanah kompos, lapisan waterproof, limbah plastik, dan kerikil abu-abu) dan fungsi tambahan (penggunaan beton, sistem penyiraman otomatis dari air hujan, serta tanaman tahan iklim ekstrem). Diagram *black box* menggambarkan enam subfungsi utama, mulai dari pencampuran limbah plastik, pelapisan *waterproof*, pemasangan isolator *thermal* (ijuk), pelindung akar (kerikil), drainase (kain geotekstil), media tanam dan sistem penyiraman otomatis dengan selang dan pipa. Evaluasi karakteristik teknik menunjukkan tingkat kesulitan rendah (nilai 1) untuk seluruh aspek seperti kenyamanan, ketahanan, usia pakai, dan fungsi produk, dengan derajat kepentingan tertinggi pada fungsi, ketahanan, dan usia pakai (11–20%). Alternatif desain dikembangkan menggunakan *morphological chart* dan dievaluasi menggunakan metode *Weighted Objective*, di mana produk Kelompok VII-C terpilih sebagai opsi terbaik dengan nilai kesenjangan terkecil (0,36666), mengusung spesifikasi seperti ketebalan 30 cm, warna hitam, tanaman rumput, tanah pasir, lapisan silikon, limbah organik, kerikil hitam, bahan kayu, penyiraman pompa air, dan tanaman tahan asam. Pengembangan akhir difokuskan pada efisiensi biaya dengan menyederhanakan beberapa komponen seperti kerikil, kain geotekstil, ijuk, *waterproof*, dan kompos, yang berhasil menurunkan biaya produksi dari Rp310.000 menjadi Rp262.500 tanpa mengurangi fungsi utama, menjadikan *NextGen Green Roof* sebagai solusi potensial dalam penerapan arsitektur hijau masa depan.

References

- [1] G. M. Maula, "Efektivitas Implementasi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Udara di Indonesia."
- [2] D. Setiawan, "Analisis Curah Hujan di Indonesia untuk Memetakan Daerah Potensi Banjir dan Tanah Longsor dengan Metode Cluster Fuzzy C-Means dan Singular Value Decomposition (SVD)," *Engineering, Mathematics and Computer Science (EMACS) Journal*, vol. 3, pp. 115–120, 2021.
- [3] N. Wahidah, R. Putranto, and W. Prayitno, "Efektivitas Green Roof Untuk Mengurangi Limpasan Hujan," vol. 2, no. 1, 2023.
- [4] Y. Rahayu, "Analisis Konsep Green Roof Dan Permodelan Desain Sederhana," *Vitruvian Jurnal Arsitektur Bangunan dan Lingkungan*, vol. 10, no. 1, 2020.
- [5] E. Lestari, I. Wirantina, and R. Hidayawanti, "Analisa Taman Atap dalam Upaya Mengurangi Limpasan Air Hujan pada Bangunan Perkotaan," 2017.
- [6] S. Nurochim and A. N. Rukmana, "Perancangan Produk Waistbag dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Jurnal Riset Teknik Industri*, vol. 1, no. 1, 2021.
- [7] S. Zulkifli, A. L. Kakerissa, and A. Tutuhatunewa, "Redesain Masker Sebagai Alat Pelindung Diri Bagi Mahasiswa TI dengan Menggunakan Metode Nigel Cross," 2021.
- [8] M. A. Alifandi and F. Yuamita, "Perencanaan dan Perancangan Produk Wastafel dan Fitur Sabun Otomatis Dengan Metode Nigel Cross," *Jurnal Universal Technic*, vol. 2, no. 2, 2023.
- [9] M. Rofieq, I. F. Ondang, K. Erliana, P. Dalulia, and S. Hariyanto, "Pemanfaatan Serbuk Kayu Menjadi Souvenir Menggunakan Konsep Pohon Tujuan Dan Morfologi Diagram," 2023.
- [10] A. Lilianti and Safuan, "Optimasi Kualitas Pelayanan dan Jasa: Tinjauan Implementasi Quality Function Deployment," 2024.
- [11] M. A. A. Azhari, C. Sw, and L. Irianti, "Rancangan Produk Sepatu Olahraga Multifungsi Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," vol. 3, no. 4, 2015.
- [12] B. B. Wahyujati, "Aplikasi metode Morphological Chart pada perancangan Robot Belajar Baca (ROBOCA) untuk anak usia dini," *Productum: Jurnal Desain Produk (Pengetahuan dan Perancangan Produk)*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [13] R. Firman Prakosa and A. E. Tontowi, "Perbandingan Metode Rasional Dengan Kreatif Untuk Mendesain Alat Bantu Pasang Lampu," 2010. [Online]. Available: www.aperlindo.com
- [14] F. Sulaiman, "Desain Produk : Rancangan Tempat Lilin Multifungsi dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," 2017.
- [15] S. Oktaviani and Y. Mauluddin, "Perancangan Alat Bantu Pemotong Kerupuk untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi UMKM Samawi," 2021.