



PAPER – OPEN ACCESS

## Desain Produk Knee and Leg Brace (Penyangga Lutut dan Kaki) dengan Penerapan Metode Nigel Cross

Author : Rosnani Ginting dan Alfin F. Malik  
DOI : 10.32734/ee.v4i1.1307  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 4 Issue 1 – 2021 TALENTA Conference Series: Energy and 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



# Desain Produk Knee and Leg Brace (Penyangga Lutut dan Kaki) dengan Penerapan Metode Nigel Cross

Rosnani Ginting<sup>a</sup>, Alfin F. Malik<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,  
Jln Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

rosnani@usu.ac.id

## Abstrak

Dalam perancangan dan pengembangan produk diperlukan beberapa hal yang diperhatikan untuk mempermudah pelaksanaan pembuatan produk, yakni desain, manufacturing, perencanaan bahan dan perencanaan biaya. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kecacatan dengan menggunakan alat penyangga lutut berupa alat ortopedi yaitu alat penyangga lutut. Selain memperkuat sendi lutut, alat bantu ini juga dapat memperbaiki kelainan bentuk atau mencegah kelainan bentuk lebih lanjut. Alat bantu ini selain berfungsi sebagai alat penguat pada lutut, juga dapat memperbaiki deformitas atau mencegah deformitas lebih lanjut. Dalam pemanfaatannya tentu saja masih banyak keluhan dan ketidakpuasan yang dirasakan oleh pengguna terhadap desain Knee Brace. Untuk membantu mendapatkan desain yang mampu memenuhi keinginan pengguna, maka peneliti mencoba menerapkan Langkah perancangan dengan Nigel Cross pada desain Knee Brace. Perancangan produk Knee and Leg Brace menggunakan 7 langkah Nigel Cross untuk menghasilkan diagram pohon dengan 3 level berbeda. Tahap penentuan fungsi menghasilkan sub-fungsi untuk pembuatan bagian penyangga lutut dan kaki, bahan penyangga lutut dan kaki, warna tambahan, ukuran penyangga lutut dan kaki, dan ketebalan produk. Pada tahap penentuan fitur terdapat satu fitur teknis yang sangat sulit, lima fitur sulit, dan satu fitur relatif mudah. Tahap pembangkitan substitusi menghasilkan 3 produk substitusi. Tahap evaluasi alternatif menunjukkan bahwa alternatif grup VC lebih stabil daripada alternatif 1. Tahap improving details menunjukkan penurunan nilai pembuatan produk dari harga Rp 244.500 menjadi Rp 184.500.

Keywords: Knee Brace; Nigel Cross; Perancangan Produk

## Abstract

*In product design and development, several things need to be considered to facilitate the implementation of product manufacturing, namely design, manufacturing, material planning and cost planning. Efforts can be made to reduce disability by using a knee support device in the form of an orthopedic device, namely a knee support device. In addition to strengthening the knee joint, these assistive devices can also correct deformities or prevent further deformities. This assistive device in addition to functioning as a means of strengthening the knee, can also correct the deformity or prevent further deformity. In its use, of course, there are still many complaints and dissatisfaction felt by users against the Knee Brace design. To help get a design that is able to meet user desires, the researchers tried to apply the design steps with Nigel Cross to the Knee Brace design. The design of the Knee and Leg Brace product uses 7 steps of Nigel Cross to produce a tree diagram with 3 different levels. The function determination stage produces sub-functions for the manufacture of knee and leg support parts, knee and leg support materials, additional colors, knee and leg support sizes, and product thickness. In the feature determination stage, there is one very difficult technical feature, five difficult features, and one relatively easy feature. The substitution generation stage produces 3 substitution products. The alternative evaluation stage shows that the VC group alternative is more stable than alternative 1. The improving details stage shows a decrease in the value of product manufacture from the price of Rp. 244,500 to Rp. 184,500.*

Keywords: Knee Braces; Nigel Cross; Product Design

## 1. Pendahuluan

Produk merupakan sebuah barang atau jasa yang bisa diperjual belikan, produk bisa diartikan sebagai sesuatu yang dapat ditawarkan ke pasaran dan mampu membuat kepuasan konsumen. Suatu produk diproduksi membutuhkan berbagai perencanaan, perancangannya dan pengembangannya yang diawali dengan ide, lalu dilanjutkan dengan pengembangan konsep, perancangan sistem dengan detail, pembuatan prototipe, evaluasi dan pengujian produk.

Dalam perancangan dan pengembangan produk diperlukan beberapa hal yang diperhatikan untuk mempermudah pelaksanaan pembuatan produk, yakni desain, manufacturing, perencanaan bahan dan perencanaan biaya[1]. Perancangan Produk berdasarkan Metode Nigel Cross terbagi atas tujuh langkah besar, yaitu klasifikasi tujuan, penetapan fungsi, penetapan kebutuhan, penetapan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif dan rincian perbaikan[2][3]. Saat ini tenaga kerja tidak memiliki kemampuan yang mumpuni dalam bekerja dengan cepat dan berinovasi.

Metode rasional berfokus di pendekatan sistematis dalam perancangan. Metode ini sama dengan tujuan dengan metode kreatif, contohnya seperti memperluas ruang pencarian untuk memperoleh bermacam solusi yang potensial, dan berusaha agar kerja tim dalam proses pengambilan keputusan secara bersama. Saat ini kebanyakan perancang memiliki persepsi bahwasannya metode yang digunakan menghambat kreativitasnya. Hal tersebut yaitu persepsi yang salah dalam wujud perancangan sistematis, hal ini bermaksud untuk memberi keunggulan pada kualitas rancangan produknya.

Metode sederhana dari metode rasional ialah "checklist" (daftarperiksa). Checklist dapat mengeksternalisasikan yang harus dilakukan sehingga tidak perlu menyimpan semua hal dalam kepala. Checklist dapat berfungsi mengoptimisasi proses dan menghasilkan team work Kelompok yang lebih besar dan aktifkan layanan tugas.

Konsep perancangan, checklist terdapat daftar pertanyaan yang dapat dipertanyakan pada awal perancangan, ataupun suatu daftar kriteria dan standar yang harus dipenuhi oleh rancangan akhir.

Metode kreatif dan metode rasional dapat saling melengkapi satu sama lain dalam melakukan perancangan yang sistematis. Salah satu contoh kecil dari penggunaan metode rasional adalah daftar periksa (check list), setiap orang menggunakan metode ini pada kehidupan sehari-hari contohnya daftar belanja atau daftar dari hal-hal yang ingin diingat. Ada metode lain selain metode check list juga terdapat beberapa metode perancangan rasional lainnya yang mencakup keseluruhan aspek perancangan proses yang dimulai dari klasifikasi masalah sampai rincian perancangan

Model Perancangan di atas menggabungkan berbagai aspek mekanis desain dengan berbagai aspek desain struktural. Aspek mekanisme desain dilaksanakan oleh metode desain, sedangkan aspek struktural diwakili oleh anak panah interaksi switching (timbang balik) antara kasus dan solusi dan hirarki relasi antara masalah dan solusi. Semua atribut baru yang diberikan desainer pada produk harus disesuaikan dengan keinginan konsumen, meliputi kebutuhan fisiologis, sosial, psikologis, dan teknis.

Osteoarthritis [4] adalah gangguan pada struktur tulang rawan di bagian persendian. Faktor epidemiologis yang dapat meningkatkan gejala osteoarthritis diantaranya ialah: obesitas, cedera sendi, dan usia lanjut. Olahragawan salah satu profesi yang sangat berisiko tinggi terhadap osteoarthritis karena pada mereka sering menggunakan persendian yang berlebihan, hal ini dapat mengakibatkan cedera pada persendian. Kini, manajemen osteoarthritis tidak berpusat dengan bedan dan terapi farmakologis tetapi lebih berfokus pada kombinasi dengan fisioterapi dan terapi latihan. Fisioterapi yang dilakukan saat ini berfokus pada manajemen osteoarthritis antara lain: (1) electromagnetic therapy, (2) thermal dan hydrotherapy, dan (3) manual therapy.

Dalam menurunkan disabilitas telah dilakukan berbagai upaya salah satunya dengan menggunakan penguat pada lutut seperti Knee Brace[5]. Penggunaan penyangga lutut digunakan untuk terus menerus mencegah terjadinya varus lutut dan mengurangi catatan varus lutut yang ada. Penggunaan bantalan lutut dapat mencegah dan menghindari deformasi varus lutut. Alat bantu ini juga dapat digunakan sebagai penguat lutut, juga dapat meningkatkan deformitas dan mencegah deformasi lebih lanjut.

Dalam pemanfaatannya tentu saja masih banyak keluhan dan ketidakpuasan yang dirasakan oleh pengguna terhadap desain Knee Brace. Untuk membantu mendapatkan desain yang mampu memenuhi keinginan pengguna[5]–[9], maka peneliti mencoba menerapkan Langkah perancangan dengan Nigel Cross pada desain Knee Brace.

## 2. Metodologi

Berikut adalah tahapan perancangan produk dengan Nigel Cross terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Tahapan Perancangan dengan Metode Nigel Cross

No	Tahap dalam Proses Perancangan	Metode yang Relevan	Tujuan
1	Klasifikasi Tujuan ( <i>Clarifying Object</i> )	<i>Objectives Trees</i>	Mengklarifikasikan berbagai tujuan dari sub perancangan, serta hubungan satu sama lain
2	Penetapan Fungsi ( <i>Establishing Function</i> )	<i>Function Analysis</i> (Analisis Fungsional)	Menetapkan berbagai aspek yang dibutuhkan serta batasan sistem rancangan produk yang baru
3	Menyusun Kebutuhan ( <i>Setting Requirement</i> )	<i>Performance Specification</i>	Spesifikasi yang tepat untuk kinerja solusi desain yang diperlukan
4	Penentuan Karakteristik ( <i>Determining Characteristics</i> )	<i>Quality Function Development</i>	Menempatkan tujuan untuk menghubungkan spesifikasi teknis untuk mengenali kebutuhan konsumen
5	Penentuan Alternatif ( <i>Generating Alternatives</i> )	<i>Morphological Chart</i>	Menetapkan berbagai alternatif solusi perancangan yang lengkap untuk suatu produk dan memperluas pencarian solusi baru yang potensial
6	Evaluasi Alternatif ( <i>Evaluating Alternatif</i> )	<i>Weighted Objectives</i> (Beban Objektif)	Membandingkan nilai utilitas dari proposal alternatif rancangan berdasarkan kinerja dan pembobotan yang berbeda
7	Komunikasi ( <i>Improving Details</i> )	<i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)	Meningkatkan atau mempertahankan nilai dari suatu produk kepada konsumen dan di sisi lain meminimasi biaya bagi produsen

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil brainstorming untuk produk *Knee and Leg Brace* terlihat pada gambar berikut.

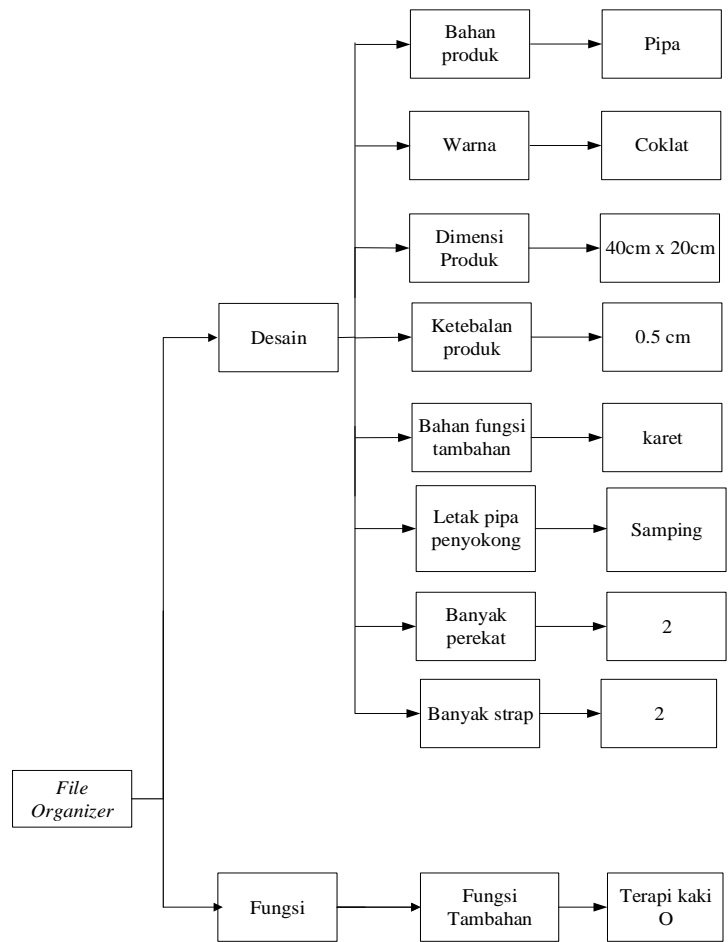


Gambar 1. Hasil Rancangan Akhir *Knee and Leg Brace*

Spesifikasi hasil rancangan akhir dibawah ini:

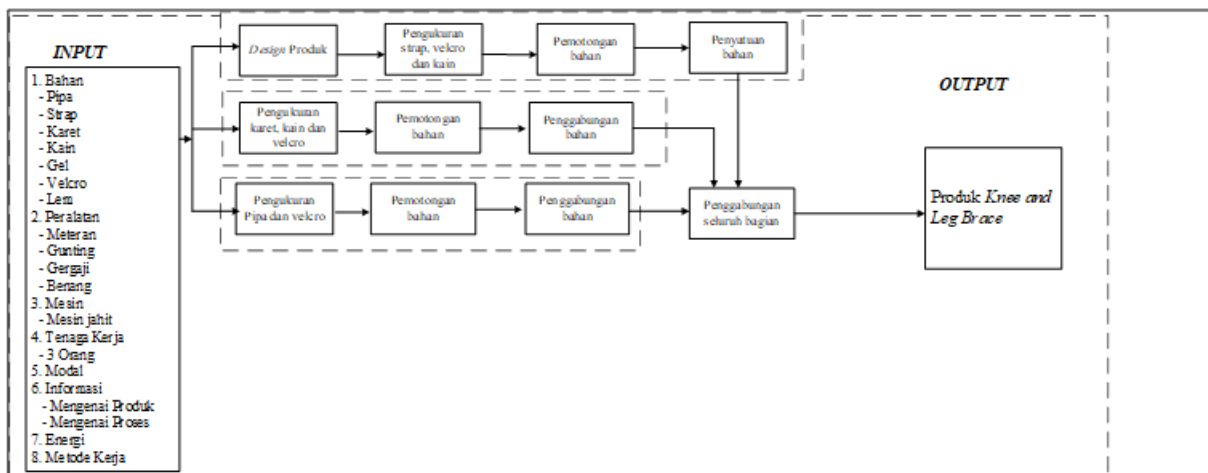
- Fungsi tambahan: memiliki kantong berisi gel serta resleting.
- *Knee and leg brace* warna coklat.
- Ukuran *Knee and leg brace* 30 cm X 20 cm.
- Pipa penyokong diletak disamping.
- Pipa dilapisi pengikat (*veneer*).
- Kain dipenuhi dengan perekat.
- Memakai strap kemudian bisa menyesuaikan ukuran.
- Memakai kain elastis serta sifat anti bakteri.
- Ketebalan pipa sebesar 0,5 cm – 1 cm.
- Memakai karet elatis tebal seperti penghubung.

Hasil dari klarifikasi tujuan adalah pohon tujuan yang menjelaskan tujuan perancangan yang akan dicapai



Gambar 2. Diagram Pohon Tujuan Knee and Leg Brace

Dari penetapan fungsi, diperoleh system pembatas yang memuat system input, output, sub fungsi dan Batasan dari kegiatan produks



Gambar 3. Sistem Pembatas Produk Knee and Leg Brace

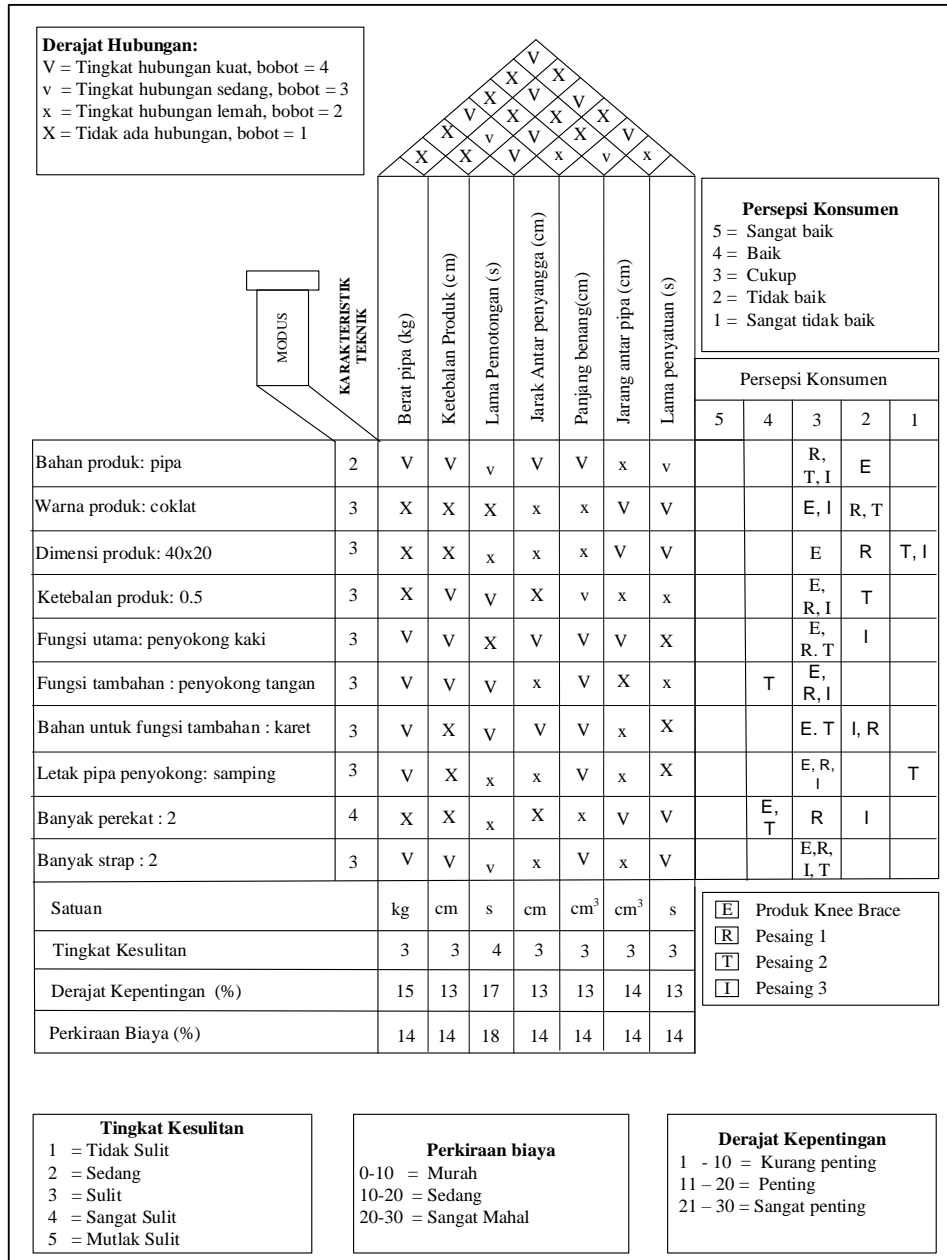
Tabel 2. Spesifikasi *Knee and Leg Brace*

No.	Atribut <i>Brainstorming</i>	D atau W	Atribut Kuesioner Terbuka
1	Bahan : pipa	W	Bahan Produk : pipa
2	Warna :coklat	W	Warna Produk : coklat
3	Dimensi Produk : 40cm x 20 cm	W	Dimensi Produk : 40cm x 20cm
4	Ketebalan Produk : 0.5 cm	D	Ketebalan Produk : 0.5 cm
5	Fungsi Utama :penyokong kaki	W	Fungsi Utama : penyokong kaki
6	Fungsi Tambahan : terapi kaki O	W	Fungsi Tambahan : penyokong tangan
7	Bahan Untuk Fungsi Tambahan : karet	D	Bahan Untuk Fungsi Tambahan : karet
8	Letak Pipa Penyokong : samping	W	Letak Pipa Penyokong : samping
9	Banyak Perekat : 2	D	Banyak Perekat : 2
10	Banyak Strap : 2	W	Banyak Strap : 2

Dari tabel di atas menunjukkan ada 3 *demand* dan 7 *wish* sehingga jumlah *wish* lebih besar daripada *demand* itu berarti representatif sesuai dengan keinginan konsumen. Tahapan selanjutnya ialah menggunakan QFD [10] yang bertujuan untuk memberikan sebuah gambar rumah mutu seperti pada Gambar 4.

Kesimpulan dari gambar *QFD Knee and Leg Brace* adalah pada Gambar 4 adalah sebagai berikut:

- Atribut produk *Knee and Leg Brace* adalah sebagai berikut: Bahan kerangka: Pipa; Warna produk: coklat; Dimensi produk:40 cm x 20 cm; Ketebalan bahan utama: 0.5; Fungsi utamanya adalah sebagai penyokong kaki; Fungsi tamabahan adalah sebagai penyokong tangan; Bahan fungsi tambahannya adalah karet; Letak pipa penyokongnya berada di samping; Banyak perekat : 2 dan Banyak strap : 2.
- Perbandingan *Knee and Leg Brace* dengan pesaing menggunakan atribut yang sama adalah: Untuk bahan produk: pesaing 1, pesaing 2 serta pesaing 3 lebih unggul daripada Produk knee brace; Untuk warna dasar : Produk knee brace serta pesaing 3 lebih unggul daripada pesaing 1 serta pesaing 2; Untuk dimensi produk : Produk knee brace lebih unggul daripada pesaing 1, pesaing 2 serta pesaing 3; Untuk ketebalan produk: Produk knee brace dengan pesaing 1 serta pesaing 3 lebih unggul daripada pesaing 2; Untuk fungsi utama :Produk knee brace dengan pesaing 1 dan pesaing 2 lebih unggul daripada pesaing 3; Untuk fungsi tambahan :Kelompok 1 dengan pesaing 1 serta pesaing 3 lebih bagus dari pada pesaing 2; Untuk bahan fungsi tambahan: Produk knee brace sama unggul dengan pesaing 2 daripada pesaing 1 dan pesaing 3; Untuk letak pipa penyokong: Produk knee brace sama unggul dengan pesaing 1, pesaing 2 dan pesaing 3; Untuk banyak perekat: Produk knee brace dan pesaing 2 lebih bagus daripada pesaing 1 sserta pesaing 3; Untuk strap: Produk knee brace , pesaing 1 serta pesaing 3 lebih unggul dari pada pesaing 2.



Gambar 4. QFD

- Tingkat Kesulitan: tingkat sangat sulit terdapat pada lama pemotongan, tingkat sulit terdapat pada berat pipa, ketebalan produk, lama pemotongan bahan, jarak antar penyangga, Panjang benang, jarak antar pipa. Tingkat cukup mudah terdapat pada lama penyatuan.
- Derajat Kepentingan: Untuk keunikan teknik mempunyai derajat kepentingan penting. Derajat kepentingan terbesar adalah jarak antar penyangga dan ketebalan produk.
- Perkiraan Biaya: Semua karakteristik teknik mempunyai perkiraan biaya murah dan sedang.
- Hubungan atribut yang diinginkan konsumen dengan karakteristik teknik yang memiliki hubungan positif atau kuat lebih sedikit jumlahnya dibanding dengan karakteristik teknik yang berhubungan negatif atau lemah.
- Hubungan antar sesama karakteristik teknik lebih banyak yang memiliki hubungan negatif atau kuat daripada yang berhubungan positif atau kuat.

Tabel 3. Morphological Chart

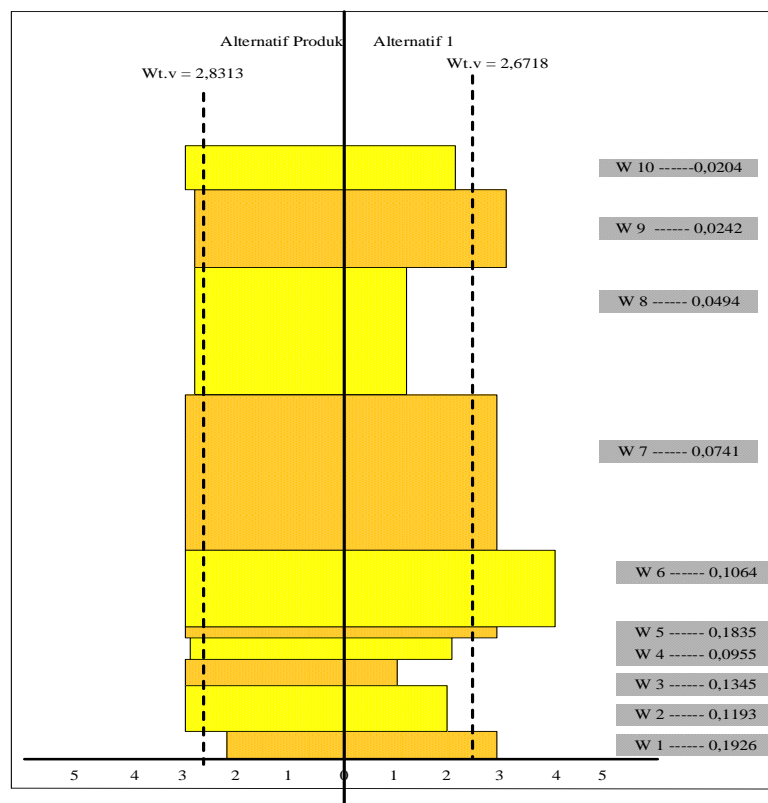
No	Karakteristik	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1	Bahan Produk	Pipa	Besi	Kayu
2	Warna Produk	Coklat	Hitam	Merah
3	Dimensi Produk	40x20	40x15	Free Size
4	Ketebalan Produk	0,5	1	0,7
5	Fungsi Utama	Penyokong kaki	Alat bantu kaki	Penyokong kaki dan tangan
6	Fungsi Tambahan	Penyokong tangan	Alat bantu tangan	Pereda rasa sakit
7	Banyak Perekat	2	4	1
8	Banyak Strap	2	3	4
9	Bahan untuk Fungsi Tambahan	Karet	Kain	Kapas
10	Letak Pipa Penyokong	Samping	Belakang	Depan

Alternatif 1

Alternatif 2

Alternatif 3

Dari tabel diatas ditemukan jumlah kombinasi alternatif yang telah dihasilkan dengan rumus:  $C_3^{10} = 120$  cara. Berikut *Gantt Chart* yang menggambarkan perbandingan bobot antar produk seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Gantt Chart

Harga dari bahan-bahan untuk memproduksi produk yang telah diramalkan sebelumnya digunakan sebagai acuan untuk penentuan harga jual produk yang dibuat. Harga berbagai komponen diasumsikan seperti terlihat pada tabel berikut.



Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Bahan *Knee and Leg Brace*

No.	Bahan	Harga Bahan (Rp)	Jumlah Bahan yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1	Pipa	120.000/m	1,5 m	180.000
2	Velcro	15.000/m	10 cm	1.500
3	Karet	30.000/m	30 cm	9.000
4	Kain	50.000/(1 m x 1 m)	50 cm x 50 cm	25.000
5	Strap	40.000/m	20cm	8.000
6	Knee Joint	10.000/buah	2 buah	20.000
7	Benang	1000/buah	1 buah	1.000
TOTAL				244.500

Langkah selanjutnya adalah menemukan cara untuk mengurangi biaya tanpa mengurangi nilai. Adapun cara menurunkan harga tanpa menurunkan nilai yaitu:

- *Eliminate* (Eliminasi) fungsi dan komponennya baik salah satu maupun keduanya.
- *Reduce* (Kurangi) jumlah bahan yang dapat dikurangi atau bahan yang dapat disatukan dengan bahan yang lain.
- *Modify* (Modifikasi) apakah terdapat bahan lain yang lebih minim ataupun cara pembuatan yang dapat dikerjakan ulang.

Hasil evaluasi yang dilakukan, rekayasa nilai dilakukan dengan mencari bahan pengganti yang harganya lebih murah dibandingkan sebelumnya. Hal ini dapat dilakukan dengan Mengurangi Pipa. Dengan dilakukan pengurangan pipa, maka mempengaruhi keakuratan dimensi pada produk, serta didapatkan produk menjadi lebih murah, tanpa mengurangi fungsi produk dan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Biaya Tiap Bahan *Knee and Leg Brace* Setelah Pengurangan

No.	Bahan	Harga Bahan(Rp)	Jumlah Bahan yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1	Pipa	120.000/m	1 m	120.000
2	Velcro	15.000/m	10 cm	1.500
3	Karet	30.000/m	30 cm	9.000
4	Kain	50.000/(1 m x 1 m)	50 cm x 50 cm	25.000
5	Strap	40.000/m	20cm	8.000
6	Knee Joint	10.000/buah	2 buah	20.000
7	Benang	1000/buah	1 buah	1.000
TOTAL				184.500

#### 4. Kesimpulan

Perancangan produk *Knee and Leg Brace* dengan memakai metode 7 langkah Nigel Cross yang menghasilkan diagram pohon dengan 3 level berbeda. Tahap selanjutnya ialah penetapan fungsi yang menghasilkan sub fungsi pembuatan bagian *Knee and Leg Brace*, bahan *Knee and Leg Brace*, warna tambahan, dimensi *Knee and Leg Brace* serta ketebalan produk. Tahap selanjutnya ialah menetapkan kebutuhan menunjukkan *Wish* sebanyak 7 atribut dan *Demand* sebanyak 3 atribut. Tahap selanjutnya ialah penentuan karakteristik terdapat 1 karakteristik teknik serta derajat kesulitannya sangat sulit, 5 karakteristik dengan derajat kesulitan sulit, dan 1 karakteristik dengan tingkat cukup gampang. Selanjutnya ialah membangkitkan alternatif memberikan hasil 3 alternatif produk. Tahap selanjutnya ialah evaluasi alternatif terdapat alternatif kelompok VC lebih stabil dibandingkan dengan alternatif 1. Tahap *improving details* menunjukkan penurunan nilai pembuatan produk dari harga Rp 244.500 menjadi Rp 184.500.

Langkah-langkah proses pembuatan produk *Knee and Leg Brace* dapat dilihat pada *Flow Process Chart*, mulai dari awal proses pengukuran pipa, pemotongan pipa, penggabungan bagian dan pengecatan pipa hingga proses proyeksi. Jumlah komponen yang terdapat pada *flow process chart* *Knee and Leg Brace* kelompok VC sebanyak 12 Operasi dan 1 Inspeksi dengan total waktu 114 menit. Penggunaan Langkah Perancangan Nigel Cross dinilai mampu membantu menghasilkan desain produk yang lebih sesuai dengan keinginan konsumen..

**Referensi**

- [1] G. O. Dharma, D. R. Lucitasari, and M. S. A. Khannan, (2018) "PERANCANGAN ULANG HEADSET DAN PENUTUP MATA UNTUK TIDUR MENGGUNAKAN METODE NIGEL CROSS," *OPSI*, 11(1): 65,
- [2] E. Suprayitno, M. Chaeron, and M. S. A. Khannan, (2018) "PERANCANGAN ULANG BODY KIT PREAMPLIFIER GITAR BASS ELEKTRIK MENGGUNAKAN METODE NIGEL CROSS," *OPSI*, 11(2): 150
- [3] F. S.-J. T. J. T. dan Inovasi and undefined 2017, "Desain Produk: Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross," *ejurnal.plm.ac.id*, Accessed: Jun. 10, 2021. [Online]. Available: <http://www.ejurnal.plm.ac.id/index.php/Teknovasi/article/view/5>.
- [4] N. I. Arovah, (2015) "FISIOTERAPI DAN TERAPI LATIHAN PADA OSTEOARTRITIS," *MEDIKORA*, 0(1)
- [5] A. Karma, "Penggunaan Knee Brace Menghambat Deformitas Pada Osteoarthritis," *2012.poltekkesjakarta1.ac.id*, Accessed: Jun. 10, 2021. [Online]. Available: [http://2012.poltekkesjakarta1.ac.id/file/dokumen/86Jurnal\\_Agusni\\_K.pdf](http://2012.poltekkesjakarta1.ac.id/file/dokumen/86Jurnal_Agusni_K.pdf).
- [6] R. Ginting, A. Ishak, and A. A. Tefila Purba, (2020) "Design of Multifunction Wheelchair with Nigel Cross Method," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1003(1): 012018
- [7] R. Ginting, A. Ishak, N. Sihombing, and M. Ramadhan, (2020) "Design of Anti Overload Bag product with the Nigel Cross Approach," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1003(1): 012011
- [8] R. Ginting, A. Ishak, and J. Ricky, (2020) "Product Design of Massage Cap by Using Nigel Cross Approach," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003(1): 012007
- [9] R. Ginting, A. Ishak, and L. Diyana Etaniya, (2020) "Product Design of a Multifunctional Wheelchair Using Nigel Cross Approach," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1003(1): 012015
- [10] R. Ginting, E. P. Pane, and A. F. Malik, (2020) "Quality improvement of woods product using the quality function deployment (QFD) method at PT. X," in *AIP Conference Proceedings* 2217(1): 030147