



PAPER – OPEN ACCESS

## Smart bag Pendeteksi Berat yang Dilengkapi dengan Sensor Load Cell dengan Metode Metode Nigel Cross

Author : Selly Maria, dkk.  
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2194  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 7 Issue 1 – 2024 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



## *Smart bag* Pendeteksi Berat yang Dilengkapi dengan Sensor *Load Cell* dengan Metode Metode *Nigel Cross*

Selly Maria<sup>a\*</sup>, Gina Patricia<sup>a</sup>, Christian Herlim<sup>a</sup>, Elisabeth Silaban<sup>a</sup>, Anastasya Primsa Tarigan<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No.9, Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

<sup>b</sup>Program Studi Matematika, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No.9, Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

sellymaria22@gmail.com, ginatarigan302@gmail.com, christianherlim@gmail.com, elisabeth17silaban@gmail.com

### Abstrak

Mengangkat beban yang berlebihan adalah penyebab umum nyeri punggung pada anak sekolah. Berat tas punggung yang digunakan anak-anak di sekolah tidak boleh melebihi 10% berat badan mereka. Nyatanya banyak anak sekolah yang masih saja mengangkat beban berlebih sehingga dapat menimbulkan dampak negative pada pertumbuhan badannya. Oleh karena itu, agar otot belakang dapat bekerja dengan lebih baik, diperlukan alat pencegah. Sebuah prototype tas ransel untuk anak-anak dirancang dengan menggunakan sel beban sensor untuk mengukur beban ransel. Metode yang digunakan pada penelitian ini dengan metode *nigel cross*. *Nigel cross* sendiri memiliki tujuh tahapan dalam proses pembuatannya. Tentukan tujuan, tentukan fungsi, tentukan kebutuhan, tentukan karakteristik, buat alternatif, evaluasi alternatif, dan perbaiki detail. QFD, alat perencanaan yang dibutuhkan, membantu bisnis memfokuskan pada kebutuhan pelanggan saat menyusun spesifikasi desain dan fabrikasi. Dengan mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang terucap dan tidak terucap, QFD adalah satu-satunya sistem mutu komprehensif yang bertujuan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan menerjemahkannya ke dalam tindakan dan rancangan perusahaan.

Kata Kunci: Nyeri Punggung; *Nigel Cross*; QFD

### Abstract

*Excessive lifting is a common cause of back pain in school children. The weight of backpacks used by children at school should not exceed 10% of their body weight. In fact, many school children still lift excess weight, which can have a negative impact on their body growth. Therefore, in order for the back muscles to work better, a preventive device is needed. A prototype backpack for children is designed by using a load cell sensor to measure the load of the backpack. The method used in this research is the nigel cross method. Nigel cross itself has seven stages in the manufacturing process. Define objectives, define functions, define needs, define characteristics, create alternatives, evaluate alternatives, and refine details. QFD, a required planning tool, helps businesses focus on customer needs when developing design and fabrication specifications. By identifying spoken and unspoken customer needs, QFD is the only comprehensive quality system that aims to improve customer satisfaction and translate it into company actions and designs.*

Keywords: Back Pain; *Nigel Cross*; QFD

### 1. Pendahuluan

Selama duduk di bangku sekolah, tulang Anda terus berkembang, dan kebiasaan mengangkat beban berlebihan dapat menyebabkan gangguan seperti bungkuk atau bahkan penurunan pertumbuhan normal [1]. Nyatanya banyak pelajar yang membawa tas melebihi dari batas yang dianjurkan. Menurut *American Occupational Therapy Association* (AOTA) dan *American Physical Therapy Association* (APTA), berat tas punggung yang digunakan anak-anak di sekolah tidak boleh melebihi 10% berat badan mereka. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa jika anak sekolah membawa tas dengan beban yang melebihi batas waktu

yang disarankan, itu akan berdampak pada postur tulang belakang, bentuk kaki, dan gaya berjalan mereka [2]. Ini dapat menyebabkan kelengkungan tulang belakang bagian bawah karena beban punggung yang berlebihan menekan diskus, yang berfungsi sebagai bantalan antar tulang [3]. *Archives of Disease in Childhood* menemukan ada sebanyak 61,4% siswa dari 1.403 anak sekolah yang mengalami nyeri pada punggung bagian bawah. Dimana mayoritas dari siswa yang mengalami nyeri pada punggung ini adalah siswa dengan rentan usia 12-17 tahun. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan menggendong tas dengan beban berlebih [4]. Anak-anak sering mengalami kejang otot dan sakit punggung ketika mereka beranjak dewasa, menurut The Health Site. Nyeri punggung pada anak sekolah dapat disebabkan oleh banyak hal, termasuk aktivitas fisik, nutrisi, psikologis, dan gangguan patologis. Faktor-faktor seperti kecemasan, stress, dan depresi dapat meningkatkan kemungkinan anak mengalami nyeri punggung [5].

Walaupun sudah banyak tas ransel yang dirancang untuk memperbaiki postur tulang belakang, namun nyatanya kinerja otot punggung tetaplah sama. Otot punggung tetap bekerja dengan keras untuk menahan berat beban pada punggungnya. Oleh sebab itu diperlukan alat pencegah agar mempermudah kinerja otot belakang. Sebuah prototype tas ransel untuk anak-anak dirancang oleh Syiradjudin (2016). Tas ini menggunakan sel beban sensor untuk mengukur beban ransel. Proses analisis dan implementasi kebutuhan sistem yang sudah didapatkan membutuhkan prototipe. Pada tahap ini, proyek modul prototipe untuk sistem monitoring beban yang menggunakan teknologi sensor sel beban dimasukkan ke dalam logika program [6]. Load cell digunakan untuk menggantikan regangan logam ke tahanan variabel. Sensor load cell mengukur gaya dan beban dengan akurat [7]. Pada sensor *load cell* ini nantinya akan dilengkapi dengan *mikrokontroler Arduino*. *Mikrokontroler arduino* merupakan perangkat keras (*hardware*) yang didalamnya terdapat *chip mikrokontroler* dengan tipe AVR sebagai komponen utama. Sensor *load cell* mengukur gaya dan beban dengan akurat dan berfungsi sebagai pengganti regangan logam pada tahanan variabel [8].

Desain produk sangat penting karena dapat membedakan barang atau jasa dari yang lain. Selain itu, desain memiliki fitur khusus [9]. Azany (2014) menyatakan bahwa desain produk dapat didefinisikan sebagai baik penyederhanaan maupun peningkatan. Peningkatan dapat mencakup penambahan fungsi dan kegunaan produk [10]. Merancang adalah mendapatkan kecocokan (fit), memenuhi kebutuhan (need), dan tujuan (purpose). Sebagai contoh, seorang ibu memasak makanan untuk hadiah [11]. Menyelesaikan masalah atau persoalan (solusi) adalah salah satu contoh pekerjaan merancang [12].

Pendekatan struktur QFD mengidentifikasi kebutuhan, preferensi, dan harapan pelanggan, kemudian mentranslasikannya menjadi perencanaan yang detail untuk proses produksi dan manufaktur. Metode ini pertama kali dikembangkan di Mitsubishi Shipyard di Kobe, Jepang, pada tahun 1972. Sejak itu, QFD telah diperkaya oleh Toyota dan para pendukungnya, dan telah diterapkan oleh sejumlah besar perusahaan di Jepang dan Amerika Serikat [13]. Alat perencanaan yang dibutuhkan, QFD (Deployment of Quality Functions) membantu bisnis fokus pada persyaratan pelanggan saat menyusun spesifikasi desain dan fabrikasi [14]. QFD adalah sistem mutu komprehensif yang dirancang untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dengan mengenali kebutuhan mereka, termasuk yang diungkapkan maupun yang tersirat. Selanjutnya, kebutuhan pelanggan tersebut diinterpretasikan ke dalam langkah-langkah dan desain perusahaan [15].

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang *smart bag* pendeteksi berat dengan metode *nigel cross* yang memiliki spesifikasi yang sesuai dengan keinginan konsumen dan harga yang terjangkau.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian kali ini menggunakan metode *nigel cross*. Langkah pertama dalam metode ini adalah pembuatan dan penyebaran kuesioner AHP. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan untuk membagi situasi yang kompleks dan tidak terstruktur ke dalam komponennya dan mengatur komponen atau variabel tersebut dalam susunan hierarkis, dan mensintesis aspek-aspek yang berbeda tersebut untuk menentukan variabel mana yang memiliki prioritas tertinggi dan hasil yang dipengaruhi dalam situasi tersebut [13]. Kemudian klasifikasi tujuan dan ukuran mendefinisikan produk. Mengidentifikasi kebutuhan submasalah adalah cara untuk membandingkan hasil dan fitur curah pendapat untuk membuat survei ringkasan. Pada langkah selanjutnya, properti produk ditentukan menggunakan QFD. Adapun tahapan dalam metode *nigel cross* sebagai berikut.

### 2.1. Klarifikasi Tujuan

Klarifikasi tujuan ini dilakukan untuk menentukan tujuan perancangan. Pohon tujuan, atau pohon tujuan, adalah metode yang digunakan. Metode ini menyajikan format yang jelas dan bermanfaat untuk berbagai tujuan. Ini menggambarkan tujuan yang masih dalam perdebatan serta cara umum untuk mencapainya.

## 2.2. Penetapan Fungsi

Penetapan fungsi yang dimaksud adalah dengan menggunakan metode pohon tujuan untuk melihat maksud masalah yang memiliki banyak tingkat perbedaan yang umum dan rinci. Perancang selalu memiliki kemampuan untuk menaikkan dan menurunkan tingkatan masalah serta menurunkan beberapa tingkatan.

## 2.3. Penyusunan Kebutuhan

Menyusun kebutuhan dilakukan setelah fungsi ditetapkan. Langkah ketiga ini bertujuan untuk menetapkan spesifikasi pembuatan yang tepat untuk desain dan desain. Pada tahap ini, *Performance Specification Model* digunakan.

## 2.4. Penetapan Karakteristik

Selanjutnya adalah proses yang dikenal sebagai penentuan karakteristik. Ini adalah proses yang bertujuan untuk menentukan tujuan apa yang akan dicapai oleh fitur teknik produk untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Pada langkah ini, QFD digunakan. Hasil dari QFD ini adalah bahwa rumah kualitas akan dibuat.

## 2.5. Pembangkitan Alternatif

Proses perancangan yang bermanfaat yang dikenal sebagai pengembangan alternatif adalah cara untuk menemukan solusi untuk masalah perancangan. Geometri grafik adalah metode yang digunakan. Daftar atau ringkasan analisis deformasi yang dilakukan secara sistematis untuk menentukan metode produksi bentuk produk.

## 2.6. Evaluasi Alternatif

Evaluasi alternatif adalah proses untuk memilih alternatif terbaik dari berbagai alternatif yang muncul. Ini memungkinkan Anda membuat desain yang ideal yang memenuhi keinginan pelanggan.

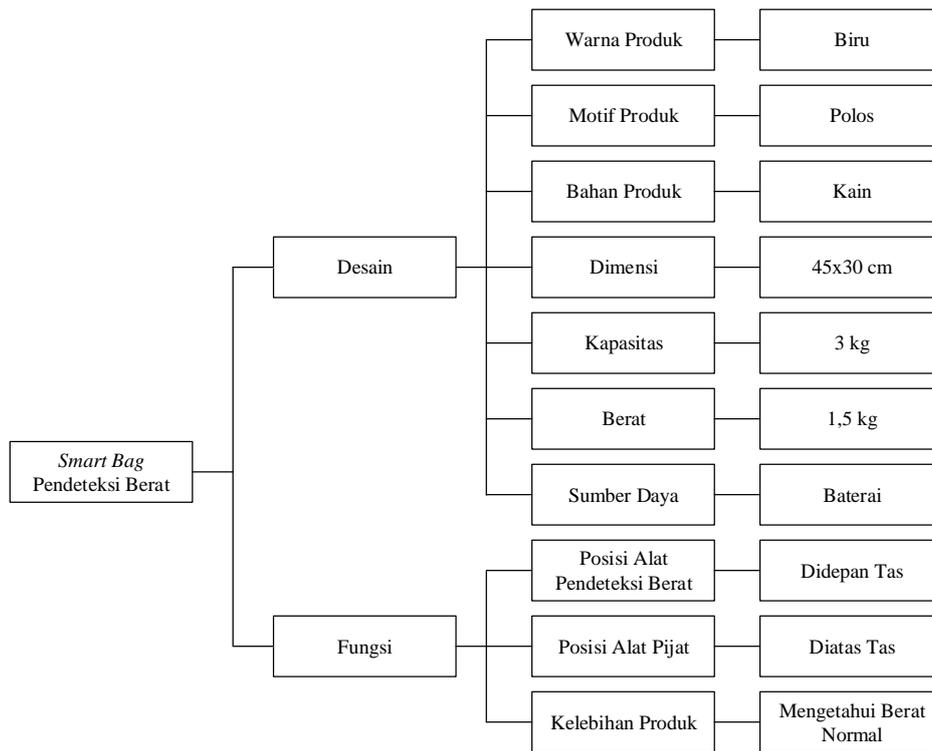
## 2.7. Improving Details

Banyak pekerjaan perancangan praktis tidak terfokus pada mengembangkan ide-ide perancangan baru yang luar biasa, tetapi pada mengubah rancangan produk. Modifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan suatu produk, meningkatkan penampilannya, mengurangi beratnya, menurunkan biaya, dan menjadi lebih menarik bagi pembeli. Modifikasi pertama termasuk modifikasi yang bertujuan untuk mengurangi biaya produsen dan meningkatkan nilai produk bagi pembeli.

# 3. Hasil Perbaikan

## 3.1. Klarifikasi Tujuan

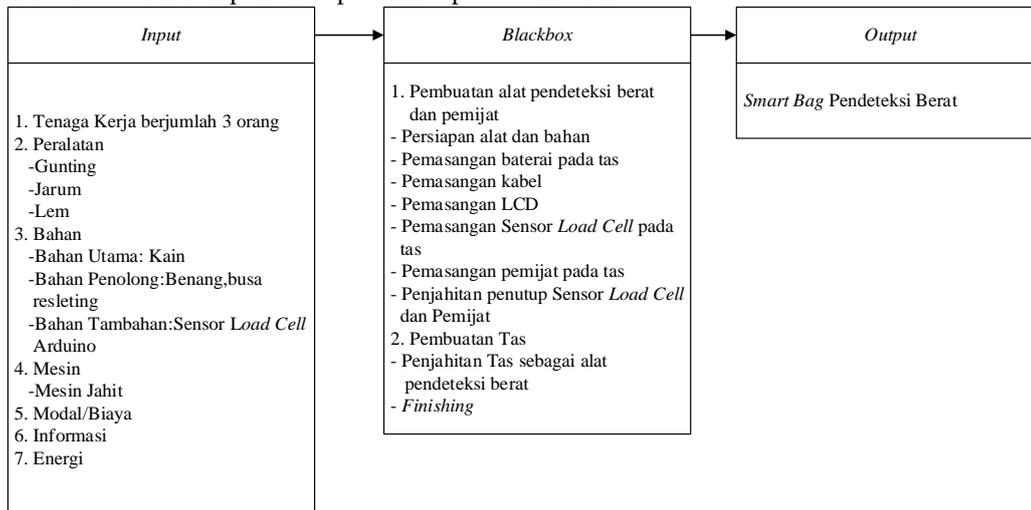
Perancangan dan penentuan tujuan keduanya dilakukan dengan klarifikasi tujuan. Pohon tujuan, atau pohon tujuan, digunakan untuk klarifikasi tujuan ini. Dengan menggunakan pohon tujuan ini, kita dapat mengidentifikasi tujuan dan subtujuan perancangan produk, serta hubungan antara keduanya. Pohon tujuan ini digambarkan dalam bentuk diagram, yang menunjukkan hubungan yang hirarki antara tujuan dan subtujuan. Perancangan bukan pohon tujuan; itu adalah menentukan hubungan yang menunjukkan cara untuk mencapai tujuan tertentu.



Gambar 1. Diagram Pohon Tujuan untuk Alat Bantal Duduk Relaksasi dengan Alat Pijat Penggetar dan Pack Panas Kelompok IV

### 3.2. Penetapan Fungsi

Fungsi rancangan secara keseluruhan dengan menggunakan blackbox untuk mengubah input dan output. *Blackbox* produk *smart bag* pendeteksi berat oleh kelompok XI dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alat *Smart bag* Pendeteksi Berat Kelompok XI

### 3.3. Penyusunan Kebutuhan

Tabel 1 menunjukkan spesifikasi tas pintar yang mendeteksi berat kelompok XI.

Tabel 1. Spesifikasi *Smart bag* pendeteksi berat kelompok XI

No.	Hasil	D atau W	Kuisisioner Terbuka
1	Warna produk biru	W	Warna produk biru
2	Bahan produk taslan	D	Bahan produk kain
3	Dimensi produk 45x30 cm	W	Dimensi produk 45x30 cm
4	Berat produk 1,5 kg	W	Berat produk 1,5 kg
5	Sumber daya produk baterai	W	Sumber daya produk baterai
6	Kapasitas produk 3 kg	W	Kapasitas produk 3 kg
7	Motif tas produk polos	W	Motif tas produk polos
8	Kelebihan produk <i>waterproof</i>	D	Kelebihan produk mengetahui berat normal
9	Produk terdapat alat pijat	D	Produk terdapat alat pijat diatas
10	Produk terdapat alat pendeteksi berat	D	Produk terdapat alat pendeteksi berat di depan

### 3.4. Penentuan Karakteristik

Menurut hasil survei pelanggan, pilihan smart bag pendeteksi berat adalah sebagai berikut.

- Warna Produk : Hitam
- Motif Produk : Polos
- Bahan Produk : Kain
- Dimensi Produk : 45 x 30 cm
- Kapasitas Produk : 3 kg
- Berat : 1,5 kg
- Sumber Daya : Baterai
- Posisi alat pendeteksi berat : Di depan tas
- Posisi alat pijat diatas tas : Di atas tas
- Mengetahui berat normal

Tingkat kesulitan pada karakteristik komposisi produk adalah sedang. Sedangkan kesulitan pada karakteristik berat bantal duduk, kekuatan bahan, panjang bantal duduk, lebar bantal duduk, tebal bantal duduk, dan ketahanan produk adalah sedang.

Derajat kepentingan pada karakteristik komposisi produk adalah kurang penting. Sedangkan derajat kepentingan pada karakteristik berat bantal duduk, kekuatan bahan, panjang bantal duduk, lebar bantal duduk, tebal bantal duduk, dan ketahanan produk adalah penting.

Perkiraan biaya pada karakteristik komposisi produk adalah murah. Sedangkan perkiraan biaya pada karakteristik berat bantal duduk, kekuatan bahan, panjang bantal duduk, lebar bantal duduk, tebal bantal duduk, dan ketahanan produk adalah sedang.

### 3.5. Pembangkitan Alternatif

Pada tahap ini, berbagai opsi desain digunakan sebagai alternatif untuk produk tas pintar yang mengenali berat, dan pencarian solusi akan diperluas dengan menerapkan Grafik Morfologis. Selanjutnya, akan diidentifikasi kombinasi dari semua desain yang memungkinkan dari Grafik Morfologis, yang tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi Solusi Rancangan Produk *Smart bag* Pendeteksi Berat

Fungsi	Metode untuk Mendapatkan Fungsi		
	1	2	3
Warna Produk	Biru	Abu-abu	Hitam
Motif Produk	Batik	Kotak-kotak	Polos
Bahan Produk	Kanvas	Kain	<i>Polyester</i>
Dimensi Produk	45x30 cm	42x32 cm	40x30 cm
Kapasitas Produk	4 kg	3 kg	2 kg
Berat Produk	2,5 kg	1,5 kg	3,5 kg
Sumber Daya Produk	<i>Single Use Battery</i>	<i>Powerbank</i>	<i>Rechargeable Battery</i>

Fungsi	Metode untuk Mendapatkan Fungsi		
	1	2	3
Posisi Alat Pendeteksi Berat	Didepan Tas	Dibelakang Tas	Disamping Tas
Posisi Alat Pijat	Diatas Tas	Dibawah Tas	Ditengah Tas
Kelebihan Produk	Tahan Berat	<i>Waterproof</i>	Mengetahui Berat Normal

Alternatif 1: Produk berwarna biru, Produk bermotif polos, Produk berbahan kain, Produk memiliki dimensi 45x30 cm, Produk memiliki kapasitas 3 kg, Produk memiliki berat 1,5 kg, Produk memiliki sumber daya *Rechargeable Battery*, Produk memiliki posisi alat pendeteksi berat didepan tas, Produk memiliki posisi alat pijat diatas tas, Produk memiliki kelebihan yaitu mengetahui berat normal.

Alternatif 2: Produk berwarna hitam, Produk bermotif kotak-kotak, Produk berbahan *polyester*, Produk memiliki dimensi 40x30 cm, Produk memiliki kapasitas 4 kg, Produk memiliki berat 3,5 kg, Produk memiliki sumber daya *Single Use Batery*, Produk memiliki posisi alat pendeteksi berat dibelakang tas, Produk memiliki posisi alat pijat dibawah tas, Produk memiliki kelebihan yaitu *waterproof*.

Alternatif 3: Produk berwarna abu-abu, Produk bermotif batik, Produk berbahan kanvas, Produk memiliki dimensi 42x32 cm, Produk memiliki kapasitas 2 kg, Produk memiliki berat 2,5 kg, Produk memiliki sumber daya *powerbank*, Produk memiliki posisi alat pendeteksi berat disamping tas, Produk memiliki posisi alat pijat ditengah tas, Produk memiliki kelebihan yaitu tahan berat.

### 3.6. Evaluasi Alternatif

Alternatif dievaluasi untuk membandingkan nilai utilitas dari desain produk alternatif yang dibuat atau dibuat dengan dasar kinerja berdasarkan bobot tujuan. Pembobotan tujuan (*weighted objectives*) adalah metode yang digunakan. Hasil pembobotan untuk masing-masing alternatif adalah sebagai berikut:

Kelompok IV : 3,4251  
 Alternatif 1 : 2,5139  
 Alternatif 2 : 3,0904  
 Alternatif 3 : 2,8616

Oleh karena itu, produk kelompok IV, yang memiliki nilai 3,4251, adalah pilihan yang memiliki berat paling besar.

### 3.7. Improving Details

Solusi yang diambil dalam perancangan ini yaitu *Smart bag* Pendeteksi Berat memiliki warna biru, motif polos, bahan kain, dimensi 45x30 cm, kapasitas 3 kg, berat 1,5 kg, sumber daya *Rechargeable Battery*, posisi alat pendeteksi berat didepan tas, posisi alat pijat diatas tas, mengetahui berat normal, Alat pijat penggetar dan *heat pack* memiliki sifat *portable*, Harga yang akan dikeluarkan dalam proses perancangan produk adalah sebesar Rp 388.500,00.

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah rancangan produk *smart bag* pendeteksi berat produk berwarna biru, berbahan dasar kain, dengan motif polos, memiliki dimensi 45 x 30 cm, kapasitas dari produk 3 kg, berat produk 1,5 kg, sumber daya berupa *rechargeable battery*, memiliki alat pendeteksi berat yang terletak didepan tas, memiliki alat pijat yang terletak diatas tas serta dapat mengetahui berat normal untuk si pengguna tas. Dengan spesifikasi dari produk ini, diharapkan dapat membantu si pengguna tas agar tidak membawa tas dengan berat berlebih, serta dapat memenuhi keinginan dari konsumen. Harga dari produk ini sebesar Rp. 388.500,00.

## Referensi

- [1] M. Syiradjudin, S. Winardi, J. S. Komputer, K. Sistemkomputer, F. I. Komputer, and U. N. Surabaya, "Pembuatan Prototype Tas Ransel Anak Sekolah," pp. 1–8.
- [2] K. W. V, R. Skalska-izdebska, M. R. B, and A. T. N, "Influence of the Weight of a School Backpack on Spinal Curvature in the Sagittal Plane of Seven-Year-Old Children," vol. 2015, 2015.
- [3] D. I. Smp and N. Tombatu, "Hubungan Penggunaan Ransel Dengan Nyeri Punggung Dan Kelainan Bentuk Tulang Belakang Pada Siswa," vol. 3, no. April, pp. 1–5, 2015.
- [4] E. Sariana and A. Sudarsono, "Hubungan Penggunaan Tas Sekolah dengan Keluhan Nyeri Punggung pada Siswa di SMP Negeri 106 Jakarta Relationship Between Using School Bags with Back Pain Complaints to Students at SMP Negeri 106 Jakarta," vol. 5, pp. 35–44, 2020.

- [5] F. Putri, "Rancang Bangun Pendeteksi Beban Berlebih pada Tas Ransel Sekolah Berbasis Arduino Uno dengan Sensor Load Cell," vol. 9, no. 1, pp. 134–141, 2020.
- [6] S. Sibuea and B. Saftaji, "Perancangan Sistem Monitoring Beban Kendaraan Menggunakan Teknologi Sensor Load Cell," vol. 6, no. 2, pp. 144–156, 2020.
- [7] W. S. Pambudi, "Aplikasi load cell untuk otomasi pada depot air minum isi ulang," no. June, 2016.
- [8] A. Rahman and M. Nawawi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual," vol. 5, no. 2, pp. 207–220, 2017.
- [9] O. Irvanto and S. Sujana, "Pengaruh Desain Produk, Pengetahuan Produk, Dan Kesadaran Merek Terhadap Minat Beli Produk Eiger," *J. Ilm. Manaj. Kesatuan*, vol. 8, no. 2, pp. 105–126, 2020.
- [10] R. I. Ariella, "Pengaruh Kualitas Produk, Harga Produk Dan Desain Produk Terhadap Keputusan Pembelian Konsumen Mazelnid," *PERFORMA J. Manaj. dan Start-Up Bisnis*, vol. 3, no. 2, pp. 215–221, 2018.
- [11] M. Metode and N. Cross, "ISSN 1693-2102 OPSI – Jurnal Optimasi Sistem Industri ISSN 1693-2102 OPSI – Jurnal Optimasi Sistem Industri Pengertian Produk," vol. 11, no. 1, pp. 65–77, 2018.
- [12] E. Suprayitno *et al.*, "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross," vol. 11, no. 2, pp. 150–160, 2018.
- [13] D. M. Qfd, "Peningkatan Mutu Produk Mochi Lampion Kaswari Sukabumi Dengan Metode Qfd Asep Saepul Rahmat," vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [14] W. Khairannur *et al.*, "Kombinasi QFD Dan Nigel Cross untuk Perancangan Halal Tourism di Danau Toba," vol. 7, pp. 795–809, 2023.
- [15] M. Metode, R. Arsitek, And N. Cross, "Tinjauan Arsitektur : Bagaimana Merancang Arsitektur Dan Merancang : Menerjemahkan ke dalam bahasa rupa ( ruang – bentuk ) Merangkai dan merakit unsur ruang - bentuk," vol. 12, no. 3, pp. 35–43, 2015.