

**ANALISIS EFEK PENERAPAN FITUR *ECO – FEEDBACK*
PADA MESIN CUCI TERHADAP PERILAKU KONSUMEN
BERDASARKAN TINGKAT PENDIDIKAN**

(skripsi)

Disusun Oleh

GANANG SETYA WAHYUDI

1755021007



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRAK

ANALISIS EFEK PENERAPAN FITUR *ECO – FEEDBACK* PADA MESIN CUCI TERHADAP PERILAKU KONSUMEN BERDASARKAN TINGKAT PENDIDIKAN

Oleh

Ganang Setya Wahyudi

Penggunaan air untuk kebutuhan rumah tangga, terutama di kota besar cenderung tidak terkendali. Masyarakat jarang memperhatikan jumlah debit pemakaian air yang telah digunakan dalam pemakaian air sehari-hari. Penghematan penggunaan air merupakan salah satu cara agar tidak terjadi krisis air di masa yang akan datang. Permasalahan tersebut memerlukan solusi dari sudut pandang desain teknik untuk membuat desain produk yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini akan melakukan modifikasi pada mesin cuci dua tabung dengan perilaku konsumen sebagai variabel penelitian. Penelitian akan dilakukan dengan membedakan tingkat pendidikan dan memproduksi ulang penampil volume air dengan layar monitor LCD (*Liquid Crystal Display*) yang lebih besar. Penelitian ini bertujuan menganalisis keterkaitan DfSB (*design for sustainable behaviour*) terhadap perilaku konsumen

Hasil pengujian penerapan fitur *eco-feedback* secara signifikan mengurangi konsumsi sumber daya air terbukti dengan rata-rata penurunan sebesar 24,95% pada partisipan berpendidikan SMP dan 32,85% pada partisipan berpendidikan S1. hal tersebut berarti dengan diterapkannya fitur *eco-feedback* pada mesin cuci terjadi peningkatan pengetahuan terkait isu lingkungan. Perbedaan tingkat pendidikan antara SMP dan S1 tidak secara signifikan mempengaruhi selisih konsumsi air. Akan tetapi tidak ada perbedaan yang berarti antara kelompok partisipan, hal dikarenakan baik partisipan SMP maupun S1 sama-sama mengalami penurunan konsumsi air ketika diterapkannya fitur *eco-feedback*.

Kata kunci: modifikasi desain, desain berkelanjutan, perilaku konsumen.

ABSTRACT**ANALYSIS OF THE EFFECT OF IMPLEMENTING THE ECO –
FEEDBACK FEATURE ON WASHING MACHINES ON CONSUMER
BEHAVIOR BASED ON EDUCATION LEVEL****BY****GANANG SETYA WAHYUDI**

Water use for household needs, especially in big cities, tends to be uncontrolled. The community rarely pays attention to the amount of discharge for water use that has been used in their daily water usage. Conserving water use is one of the way to avoid a water crisis in the future. These problems require solutions from an engineering design point of view to make product designs more environment friendly. This research will make modifications to the two-tube washing machine toward consumer behavior as a research variable. Research will be carried out by differentiating education levels and reproducing the water volume display with a larger LCD (Liquid Crystal Display). This study aims to analyze the linkage of DfSB (design for sustainable behavior) to consumer behavior.

The results of testing the application of the eco-feedback feature significantly reduced the consumption of water resources as evidenced by an average decrease of 24.95% for participants with junior high school education and 32.85% for participants with undergraduate education. this means that by implementing the eco-feedback feature on washing machines there is an increase in knowledge regarding environmental issues. The difference in education level between junior high school and bachelor's degree did not significantly affect the difference in water consumption. However, there was no significant difference between the participant groups, because both junior and undergraduate participants decreased in water consumption when the eco-feedback feature was implemented.

Keywords: *design modification, sustainable design, consumer behavior*

**ANALISIS EFEK PENERAPAN FITUR *ECO – FEEDBACK* PADA MESIN
CUCI TERHADAP PERILAKU KONSUMEN BERDASARKAN TINGKAT
PENDIDIKAN**

Oleh

GANANG SETYA WAHYUDI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **ANALISIS EFEK PENERAPAN
FITUR *ECO* – *FEEDBACK* PADA
MESIN CUCI TERHADAP
PERILAKU KONSUMEN
BERDASARKAN TINGKAT
PENDIDIKAN**

Mahasiswa : Ganang Setya Wahyudi

Nomor Pokok Mahasiswa : 1755021007

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

Komisi Pembimbing


Achmad Yahya Teguh Panuiu S.T., M.T.

NIP. 19800205 200501 1 002


Ir. Martinus, S.T., M.Sc.

NIP. 19790821 200312 1 003

MENGETAHUI

Ketua Jurusan
Teknik Mesin

Ketua Program Studi
S1 Teknik Mesin


Dr. Amrul, S.T., M.T.

NIP. 19710331 199903 1 003


Novri Tanti, S.T., M.T.

NIP. 19701104 1997032 001

MENGENAL

1. Tim Penguji

Ketua : Achmad Yahya Teguh Panuju, S.T., M.T.



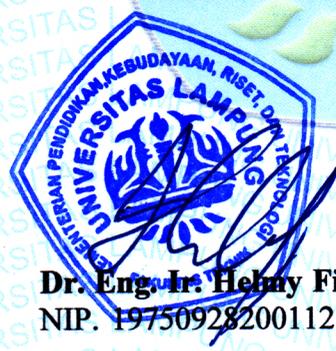
Anggota Penguji : Ir. Martinus, S.T., M.Sc.



Penguji Utama : Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }
NIP. 197509282001121002**

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 7 Agustus 2023

LEMBAR PERNYATAAN

TUGAS AKHIR INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 36 PERATURAN AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN PERATURAN REKTOR No. 13 TAHUN 2019.

Bandar Lampung, 17., 09, 2023
Pembuat Pernyataan



Ganang Setya Wahyudi
NPM 1755021007

RIWAYAT HIDUP



Bernama lengkap Ganang Setya Wahyudi, penulis adalah anak pertama dari pasangan Bapak Suyamto dan Ibu Ekslasiah yang lahir di Kedondong, tanggal 26 Maret 1999.

Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN 4 Sinar Harapan pada tahun (2005-2011), pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Kedondong pada tahun (2011-2014), pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Kedondong pada tahun (2014-2017).

Penulis pada tahun 2017 mengikuti seleksi SMMPTN dan diterima pada Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Selama masa perkuliahan, penulisan aktif sebagai Anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) divisi Hubungan Masyarakat periode 2018-2019 dan menjadi anggota divisi Kominfo HIMATEM Periode 2019-2020.

Pada tahun 2023 penulis menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Penerapan Fitur *Eco-Feedback* Pada Mesin Cuci Terhadap Perilaku Konsumen Berdasarkan Tingkat Pendidikan” sebagai syarat memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin dengan bimbingan Bapak Achmad Yahya Teguh Panuju, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Martinus, S.T., M.Sc.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, rizki dan karunia yang Engkau berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Teriring doa, rasa syukur dan segala kerendahan hati. Dengan segala cinta dan kasih sayang ku persembahkan karya ini untuk orang-orang yang sangat berharga dalam hidupku:

**Kedua Orang Tua Serta Keluarga Yang Terkasih
Dan
Semua Yang Selama Ini Telah Mendukung, Mendidik Dan Membimbing
Penulis**

“Jazakumullah Khairan”

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin, Segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya dan tak lupa pula shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sahabatnya, serta pengikutnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Penerapan Fitur *Eco-Feedback* Pada Mesin Cuci Terhadap Perilaku Konsumen Berdasarkan Tingkat Pendidikan" dengan sebaikbaiknya, sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak bimbingan, motivasi dan bantuan baik moral maupun materi oleh banyak pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ibuku Ekhlasiah dan Bapakku Suyamto. yang tidak pernah henti-hentinya memberikan dukungan moril dan materilnya serta doa dan kasih sayang yang diberikan.
2. Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Dr. Amrul, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung dan serta selaku Pembimbing Akademik.
4. Ibu Novri tanti, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.
5. Bapak Achmad Yahya Teguh Panuju, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pertama tugas akhir ini, yang telah memberikan bimbingan, ide pikiran dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Bapak Ir. Martinus, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang yang telah memberikan berbagai masukan dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Bapak Dr. Ir Yanuar Burhanuddin , S.T., M.T., selaku Pembahas, yang telah memberikan kritik dan saran yang bermanfaat bagi penulis.
8. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung berkat ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama penulis menjalani masa studi di perkuliahan.
9. Staf Akademik serta Asisten Laboratorium yang telah banyak membantu kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Rekan-rekan terdekat Agung, Ali, Dimas, Yuli, Dendi, Fachri, Noufal dan Toby yang telah memberikan dukungan semangat serta masukan dalam pelaksanaan tugas akhir.
11. Keluarga Besar Teknik Mesin angkatan 2017 yang senantiasa memberikan dukungan.
12. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis secara pribadi memohon maaf atas kekurangan dan kesalahan tersebut. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Bandar Lampung, 14 Agustus 2023

Penulis,

GANANG SETYA WAHYUDI

NPM 1755021007

MOTTO

Wahai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

“QS Al-Baqarah: 153”

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui

“QS Al-Baqarah: 216”

Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku dan matiku hanyalah untuk Allah
tuhan seluruh alam

“QS Al-An’am: 162”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Hipotesa.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Rekayasa Balik (Reverse Engineering)	9
2.3 Konsep Teknologi Ramah Lingkungan.....	11
2.4 Produk Berkelanjutan (<i>Sustainable product</i>)	12
2.5 Isu yang Menjadi Hambatan Perkembangan Produk-produk di Indonesia .	15
2.6 Intervensi Desain	15
2.7 Design for Sustainable Behaviour (DfSB)	19
2.8 Eksperimen DfSB dan Metode Analisisnya	20
2.9 Uji-T Berpasangan	21
2.10 Flow Sensor	22
2.11 Instalasi <i>Flow Sensor</i>	23
2.12 NodeMCU ESP8266	24
2.13 LCD (Liquid Crystal Display).....	24
2.14 Printed Circuit Board (PCB)	25

III. METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3 Metodologi Pengambilan Data	27
3.4 Tahapan Penelitian	28
3.5 Pengukuran Konsumsi Air saat Mencuci.	31
3.6 Analisis	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil Desain Ulang Alat	35
4.2 Data Hasil Pengujian	40
BAB V. PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu terkait strategi desain ramah lingkungan.....	6
Tabel 2.2 Profil Responden	7
Tabel 2.3 Desain konsep dalam produk fase siklus hidup (Silva <i>et al.</i> , 2006)	12
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	27
Tabel 3.2 Pengukuran konsumsi air berdasarkan pendidikan SMP dengan tampilan LCD <i>on</i> saat mencuci	28
Tabel 3.3 Pengukuran konsumsi air berdasarkan tingkat pendidikan S1 tanpa tampilan volume air saat mencuci.....	34
Tabel 4.1 Uji <i>error</i> modul <i>water flow sensor</i>	39
Tabel 4.2 Profil partisipan dengan tingkat pendidikan SMP.....	41
Tabel 4.3 Profil partisipan dengan tingkat pendidikan S1	41
Tabel 4.4 konsumsi air antara partisipan SMP dan S1	48
Tabel 4.5 Hasil Wawancara Terhadap Partisipan.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema <i>Reverse Engineering</i> (Anggoro <i>et al.</i> , 2015).....	10
Gambar 2.2 <i>SPD Methodologies In Achieving Product Sustainability</i> (Panuju <i>et al.</i> , 2021a)	12
Gambar 2.3 Pola Ubin dengan Tinta <i>Thermocromic</i> (Tang, 2010).	16
Gambar 2.4 Mesin Dengan <i>Eco Button</i> (Tang, 2010).....	17
Gambar 2.5 Setrika <i>Thermocolour</i> (Tang, 2010).....	17
Gambar 2.6 <i>Flower Lamp</i> (Tang, 2010).	18
Gambar 2.7 <i>Puzzle Swich</i> (Tang, 2010).	18
Gambar 2.8 <i>Charger Ponsel</i> (Tang, 2010).....	19
Gambar 2.9 Penerapan DfSB- Informasi Pada Mesin Cuci (Panuju, 2021). ...	21
Gambar 2.10 <i>Water Flow Sensor</i> (Hakim <i>et.al.</i> , 2018)	23
Gambar 2.11 Instalasi <i>Flow Sensor</i> Pada Pipa Lurus Dengan Berbagai Variasi (Asy'ari, 2014).....	24
Gambar 2.12 Pinout NodeMCU ESP8266 (Pangesti <i>et.al.</i> , 2016)	24
Gambar 2.13 LCD Grafik 128x64 (Rismawan, 2020).....	25
Gambar 2.14 <i>Printed Circuit Board</i> (PCB) (Darmawan, 2020).....	25
Gambar 3.1 Skema Unit Modifikasi pada Mesin Cuci	28
Gambar 3.2 Skema Pemasangan Alat	28
Gambar. 3.3 Diagram Alir Penelitian.	29
Gambar 3.4 Kerangka Berpikir.	31
Gambar 4.1 Alat <i>Water Flow Sensor</i>	35
Gambar 4.2 Penerapan Unit Modifikasi pada Mesin Cuci	36
Gambar 4.3 Proses Uji <i>Error Water Flow Sensor</i>	37
Gambar 4.4 Grafik Regresi uji <i>error</i> Modul <i>Water Flow Sensor</i>	38
Gambar 4.5 Partisipan Ketika Mencuci	40
Gambar 4.6 Grafik uji t partisipan (pendidikan SMP).....	43
Gambar 4.7 Grafik uji t partisipan (pendidikan S1).....	45
Gambar 4.8 Grafik Uji t (pendidikan SMP dan S1).....	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fenomena kerusakan lingkungan hidup di Indonesia semakin hari kian parah. Kondisi tersebut secara langsung telah mengancam kehidupan manusia, kerusakan alam ini disebabkan oleh dua faktor yaitu akibat peristiwa alam dan akibat ulah manusia. Aktivitas rumah tangga adalah salah satu fenomena merusak lingkungan secara tidak langsung yang disebabkan oleh manusia. Contoh aktivitas manusia yang banyak menghasilkan limbah adalah mencuci, memasak dan mandi. Banyak orang tidak menyadari besarnya pengaruh limbah rumah tangga terhadap lingkungan. Limbah rumah tangga yang dibuang ke alam tanpa melalui proses pengolahan akan membawa dampak buruk yang cukup signifikan bagi keberlangsungan hidup ekosistem.

Penggunaan air untuk kebutuhan rumah tangga, terutama di kota besar cenderung tidak terkendali. Ketersediaan air bersih di kota besar berada dalam jumlah yang terbatas karena hanya mengandalkan ketersediaan air tanah, sedangkan air tanah hanya mengandalkan air hujan. Pada musim kemarau di beberapa daerah mengalami kesulitan air bersih. Permasalahan yang muncul adalah warga yang tidak memiliki bak penampungan, sehingga akan mengurangi aktivitas mencuci. Hal ini dikarenakan setiap warga harus mengeluarkan biaya lebih untuk membeli air sedangkan pendapatan perkapita yang relatif rendah. Permasalahan tersebut memerlukan solusi dari sudut pandang desain teknik untuk membuat desain produk yang lebih ramah lingkungan. Desain ramah lingkungan diharapkan dapat mengurangi jumlah air yang dipakai sekaligus limbah air cucian yang akan dihasilkan.

Masyarakat jarang memperhatikan jumlah debit pemakaian air yang telah digunakan dalam pemakaian air sehari-hari. Hal ini yang menjadi persoalan pada masyarakat karena tidak bisa memantau jumlah pemakaian air tersebut, sehingga semena-mena dalam pemakaian air dikarenakan tidak dapat mengontrol pemakaian air. Penggunaan air yang berlebihan dapat menyebabkan krisis air. Penghematan penggunaan air merupakan salah satu cara agar tidak terjadi krisis air di masa yang akan datang.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Panuju *et.al.*, (2021a) telah menerapkan modifikasi terhadap mesin cuci itu bisa memiliki dampak positif terhadap penghematan air ketika melakukan proses pencucian dalam skala rumah tangga, namun efek dari modifikasi ini belum bisa diukur ketika pengguna memiliki latar belakang yang berbeda seperti jenis kelamin dan pendidikan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui efek strategi desain produk ramah lingkungan terhadap pengguna dengan latar belakang yang berbeda. Proposal ini diajukan serangkaian penelitian yang akan meneliti efek penerapan strategi desain produk terhadap pengguna dengan kondisi yang berbeda, yaitu perbedaan pendidikan.

Penelitian ini akan melakukan modifikasi atau perubahan dengan perilaku konsumen sebagai variabel penelitian. Perilaku konsumen merupakan suatu studi yang di dalamnya mencakup suatu proses seseorang atau kelompok dalam menyeleksi, memilih, membeli, dan menggunakan atau membuang suatu produk, jasa, ide atau pengalaman untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan. Perilaku konsumen dengan latar belakang yang berbeda seperti, perbedaan jenis kelamin, pendidikan, dan pekerjaan merupakan karakteristik demografi yang menarik untuk diteliti. Penelitian yang dilakukan dapat berkaitan dengan isu-isu lingkungan, karena perbedaan peran, keterampilan, dan sikap yang mengarah permasalahan ekologis.

Penelitian perilaku ini telah dilakukan oleh Panuju (2021b) di mana responden diambil dengan profil beragam namun jumlahnya kurang, sehingga data dianggap kurang. Kekurangan lainnya desain tampilan LCD kurang besar sehingga pengguna tidak nyaman saat melihat tampilan volume pemakaian air saat mencuci. Penelitian akan dilakukan dengan responden lebih bervariasi yaitu dengan membedakan tingkat pendidikan dan memproduksi ulang penampil volume air dengan layar monitor LCD (*Liquid Crystal Display*) yang lebih besar. Penelitian ini bertujuan menganalisis keterkaitan DfSB (*design for sustainable behaviour*) terhadap perilaku konsumen. Hal ini dilakukan agar pengguna mengetahui konsumsi penggunaan air khususnya cuci mencuci skala rumah tangga dengan cara penambahan desain pada mesin cuci berupa *flow meter*.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Modifikasi desain mesin cuci dengan konsep produk atau desain ramah lingkungan.
2. Menganalisis keterkaitan antara DfSB (*design for sustainable behaviour*) terhadap perilaku konsumen dengan perbandingan tingkat pendidikan sekolah menengah pertama dan sarjana.

1.3 Hipotesa

Hipotesa yang dirumuskan penulis dalam penelitian ini yaitu:

H_0 : Tidak ada pengaruh Faktor tingkat pendidikan dan media penampil konsumsi air, atau tidak ada efek yang mempengaruhi perilaku konsumen terhadap volume air yang digunakan.

H_1 : Terdapat salah satu faktor dominan yang mempengaruhi perilaku konsumen terhadap volume air yang digunakan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis mesin cuci yang digunakan yaitu mesin cuci 2 tabung.
2. Modifikasi desain yang dimaksud adalah penambahan alat ukur dan penampil volume air saat digunakan saat mencuci.

1.5 Sistematika penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan penulis dalam menyusun laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

I. PENDAHULUAN

Pendahuluan berisikan latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisikan landasan teori dan literatur yang digunakan sebagai acuan dalam menyusun laporan ini.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian berisikan alur penelitian dan metode-metode yang digunakan dalam melaksanakan penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisikan data-data serta pembahasan dari penelitian yang sudah dilakukan.

V. PENUTUP

Penutup berisikan kesimpulan dari data yang diperoleh dari penelitian dan saran yang dapat diberikan agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisikan referensi yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini.

LAMPIRAN

Lampiran berisikan data pelengkap hasil pengujian, foto pelengkapan selama penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang terkait dengan strategi desain ramah lingkungan pada mesin cuci berbasis perilaku konsumen, di antaranya sebagai berikut:

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu terkait strategi desain ramah lingkungan

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian
1.	Achmad Yahya Teguh Panuju, Martinus, Akmad Riszal, dan Hideki Kobayashi (2022).	<i>Sustainable Design Implementation Measuring Eviromental Impact and User Responsibility</i>
2.	A.Y.T Panuju, Martinus, A Hamni dan Tarkono (2021a).	Aplikasi Strategi Desain Ramah Lingkungan Pada Produk Rumah Tangga: Modifikasi Produk Mesin Cuci 2 Tabung
3.	Julaina (2016).	Analisis Pengetahuan Lingkungan Dan Perilaku Ramah Lingkungan Berdasarkan Gender Dan Tingkat Pendidikan Di Kota Pekanbaru
4.	Badan Pusat Statistik (2013).	Indikator Perilaku Peduli Lingkungan Hidup
5.	Rani Andriani Budi Kusumo, Anne Charina, Yayat Sukayat (2017).	Kajian Edukasi Ramah Lingkungan Dan Karakteristik Konsumen Serta Pengaruhnya Terhadap Sikap Dan Perilaku Ramah Lingkungan

Berdasarkan tabel 2.1 dapat diuraikan pada uraian di bawah:

Pada penelitian Panuju *et.al.*, (2022) menambahkan monitor LCD karakter kecil (4x20) untuk menampilkan jumlah sumber daya yang digunakan dalam aktifitas mencuci yang melibatkan dua belas peserta dengan profil sebagai mana tercantum pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Profil Responden

Profil Responden		Jumlah
Jenis kelamin	Laki-laki	4
	Perempuan	8
Tingkat Pendidikan	SD	0
	SMP	3
	SMA	4
	Kuliah	5
Umur	18-25	2
	26-40	4
	>40	6

Sumber: Panuju *et.al.*, 2022.

Pada penelitian ini data menunjukkan bahwa peserta dengan latar belakang pendidikan yang lebih tinggi tampaknya standar kebersihan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pendidikan yang lebih rendah. Meskipun pengaruh latar belakang responden terhadap tanggapan mereka menarik, namun belum diteliti dengan baik. Data dianggap tidak cukup untuk mencapai kesimpulan, sehingga pembahasan ini disimpan untuk kerja di masa depan. Strategi mengganggu persepsi risiko pengguna dengan memberikan lebih banyak data kepada pengguna dan membentuk persepsi baru selama proses.

Hasil pengukuran penggunaan air menunjukkan bahwa 75% responden bersedia mengurangi konsumsi air mereka saat berinteraksi dengan aktivitas tipe 2 yaitu dengan monitor konsumsi air, sedangkan 3 lainnya tidak.

Khususnya, tiga responden terakhir tidak diberikan pendidikan sebelum terkait dampak kegiatan mencuci terhadap lingkungan, oleh karena itu tidak ada penyesalan atas penggunaan air, hasil wawancara menunjukkan ketidaktahuan tentang isu lingkungan. Namun peserta dengan ‘edukasi’ telah mengurangi penggunaan air selama kegiatan tipe 2, dan secara intens mendiskusikan bagaimana menjaga pola pengurangan konsumsi air dalam kegiatan sehari-hari. Secara keseluruhan, semua responden mengalami kemajuan positif di setiap aspek eksperimen.

Penelitian Panuju *et.al.*, (2021a) ini menggunakan responden 5 orang dengan pendidikan S1 untuk melakukan dua kali proses pencucian dengan mesin cuci yang sudah dimodifikasi. Modifikasi mesin cuci dua tabung yang dilakukan dengan menambahkan unit tersendiri di luar unit mesin cuci yaitu berupa perangkat pengukur jumlah konsumsi air dan konsumsi daya listrik sekaligus menampilkan nilai yang terbaca melalui LCD agar bisa dilihat pengguna selama aktivitas pencucian berlangsung. Penambahan unit modifikasi ini dimaksudkan agar pengguna mengetahui secara langsung penggunaan sumber daya saat melakukan aktivitas. Artinya ada penambahan wawasan pengguna melalui alat ini terkait isu lingkungan, dan respon dari pengguna akan bergantung pada pemahaman, nilai dan kebiasaan. Hasil modifikasi produk dalam studi tadi kemudian dilakukan pengujian dengan melibatkan beberapa responden yang melakukan dua kali pencucian, yang pertama yaitu mencuci menggunakan mesin dengan LCD unit modifikasi dalam kondisi *off*, dan yang kedua kali yaitu mencuci sambil melihat jumlah air dan listrik yang mereka pakai, karena LCD dalam posisi *on*. Analisis statistik menunjukkan modifikasi ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah air yang dikonsumsi, namun tidak signifikan terhadap konsumsi daya listrik.

Juliana, (2016) melakukan penelitian perilaku ramah lingkungan antara responden dengan pendidikan SMA dan perguruan tinggi dengan menggunakan kuesioner terkait pengetahuan lingkungan dan perilaku ramah lingkungan. Berdasarkan penelitian tersebut pengetahuan lingkungan dan perilaku ramah lingkungan dipengaruhi tingkat Pendidikan yang berbeda.

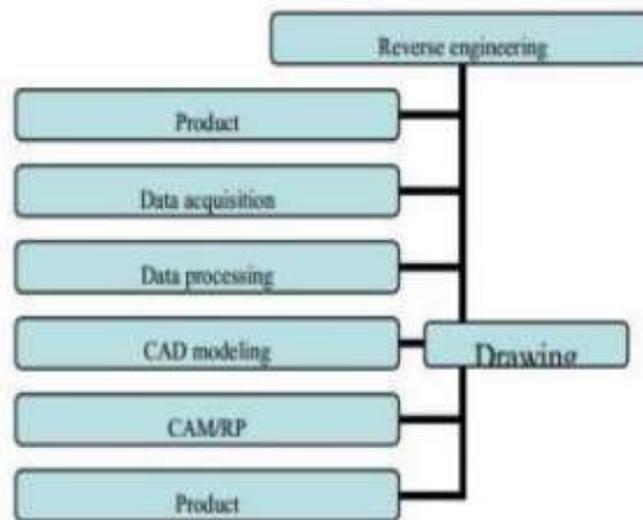
Hasil survei Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2013 menunjukkan kesadaran rumah tangga dalam rangka usaha mengurangi pemakaian air masih kurang. Hasil survey BPS menunjukkan hanya 28,26 persen rumah tangga yang berusaha mengurangi pemakaian air. Namun, alasan pengurangan pemakaian air di rumah tangga atas dasar kepedulian terhadap lingkungan hanya sebesar 5,47 persen.

Kusumo *et.al.*, (2017) melakukan penelitian dengan mengedukasi konsumen terkait isu ramah lingkungan agar paham terhadap pentingnya menjaga lingkungan, kecenderungan untuk bertindak terhadap program edukasi ramah lingkungan dan keinginan untuk mengunsumsi produk ramah lingkungan, serta perilaku yang menunjukkan perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan edukasi ramah lingkungan diketahui dapat memengaruhi sikap dan perilaku yang positif terhadap lingkungan. Secara umum konsumen mengetahui dan tertarik dengan edukasi ramah lingkungan yang dilakukan oleh Kelompok Tani Cipta Mandiri.

Penelitian ini akan melakukan desain *water flow sensor* dengan mengubah *liquid crystal display* (LCD) yang lebih besar dari penelitian sebelumnya. Penelitian ini menguji perilaku penggunaan air ketika melakukan proses pencucian ketika diterapkan fitur *eco-feedback* pada mesin cuci dua tabung dengan membandingkan tingkat pendidikan yaitu SMP dan sarjana. Hal yang dibahas pada penelitian ini adalah tentang apakah ada perbedaan tingkat pendidikan ketika pengguna mengetahui konsumsi air yang digunakan saat melakukan proses mencuci dengan mesin cuci dua tabung.

2.2 Rekayasa Balik (Reverse Engineering)

Reverse engineering adalah metode dalam mendesain produk, metode ini biasanya digunakan untuk mendesain dan memodifikasi suatu produk berdasarkan produk yang sudah ada. Metode *Reverse Engineering* membutuhkan peralatan seperti *3D scanner* dan *CMM (Coordinate Measuring Machine)* untuk menangkap data, dan mengubah data fisik menjadi data elektronik yang dapat diolah dalam *software CAD (Computer Aided Design)*.



Gambar 2.1 Skema *Reverse Engineering* (Anggoro *et al.*, 2015)

Tujuan dari *reverse engineering* adalah menggunakan bagian fisik untuk mengumpulkan pengetahuan lengkap tentang bagian tersebut, yang memungkinkan replikasinya. Pengetahuan ini dapat berupa apa saja mulai dari tampilan umum dan dimensi fisik hingga metodologi kerja dan sifat material. *Reverse Engineering* di dunia manufaktur mengacu pada proses pembuatan data atau desain rekayasa dari bagian-bagian yang ada itu membuat ulang atau mengkloning bagian yang keluar dengan memperoleh CAD (*Computer Aided Design*) dari bagian-bagian yang sudah ada sebelumnya. Adapun kebutuhan rekayasa terbalik adalah sebagai berikut : (Anggoro *et al.*, 2015).

1. Produsen asli suatu produk tidak lagi memproduksi suatu produk.
2. Ada dokumentasi yang tidak memadai dari desain asli.
3. Pabrikasi asli tidak ada lagi, tetapi pelanggan membutuhkan produk
4. Dokumentasi desain asli telah hilang atau tidak pernah ada.
5. Untuk memperkuat fitur yang baik dari suatu produk berdasarkan penggunaan jangka panjang dari produk.
6. Untuk menganalisis fitur baik dan buruk dari produk pesaing.
7. Beberapa fitur buruk dari suatu produk perlu dirancang. Misalnya, keausan yang berlebihan mungkin menunjukkan di mana suatu produk harus ditingkatkan

8. Untuk menjelajahi jalan baru untuk meningkatkan kinerja dan fitur produk.
9. Untuk mendapatkan metode benchmarking kompetitif untuk memahami produk pesaing dan mengembangkan produk yang lebih baik.
10. Model CAD asli tidak cukup untuk mendukung modifikasi atau metode manufaktur saat ini. Pemasok asli tidak mampu atau tidak mau menyediakan suku cadang tambahan.
11. Pabrikan peralatan asli tidak mau atau tidak mampu memasok suku cadang pengganti, atau menuntut kenaikan biaya untuk suku cadang sumber tunggal.
12. Untuk memperbarui bahan usang atau proses manufaktur kuno dengan teknologi yang lebih mutakhir dan lebih murah.

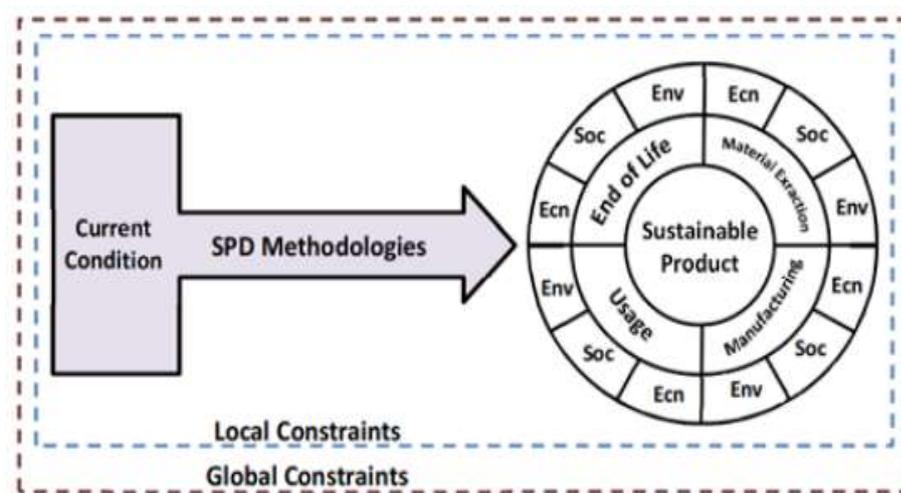
Dengan demikian dapat dilihat bahwa teknik *reverse engineering* digunakan dalam berbagai aplikasi dan tidak terbatas dalam dunia industri. *Reverse engineering* yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah teknik dimana untuk menambah fitur yang baik dari suatu produk berdasarkan penggunaan jangka panjang dari produk. Penelitian ini melakukan metode *reverse engineering* untuk menambahkan fitur pada mesin cuci berupa media penampil konsumsi air.

2.3 Konsep Teknologi Ramah Lingkungan

Teknologi ramah lingkungan merupakan teknologi yang dibuat untuk membantu mempermudah kehidupan manusia namun tidak mengakibatkan kerusakan atau dampak negatif pada lingkungan sekelilingnya. Pengembangan konsep produksi bersih yaitu upaya perubahan pendekatan teknologi menjadi teknologi ramah lingkungan dalam produksi barang dan jasa pada suatu kegiatan pembangunan sehingga menjadi teknologi yang berlimbah rendah. Hal ini salah satu pencapaian konsep untuk mengurangi dampak lingkungan akibat pemanfaatan sumber daya melalui perubahan pendekatan teknologi (Sani, 2017).

2.4 Produk Berkelanjutan (*Sustainable product*)

Produk *sustainable* atau berkelanjutan adalah sebuah produk yang memiliki ciri identik ramah lingkungan, sosial juga memiliki nilai *profitability* baik untuk produsen maupun konsumen, untuk mencapai tingkat *sustainable* maka produk memerlukan metodologi *sustainable product development* (SPD). *Product development* adalah proses untuk mengembangkan dan melakukan perubahan pada sebuah produk. Produk yang berkelanjutan meliputi aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Berikut disajikan gambar SPD *Methodologies in Achieving Product Sustainability* (Panuju *et al.*, 2021a).



Gambar 2.2 *SPD Methodologies In Achieving Product Sustainability* (Panuju *et al.*, 2021a)

Tabel 2.3 Desain konsep dalam produk fase siklus hidup (Silva *et al.*, 2006).

Fase	Lingkungan	Sosial	Ekonomi
Ekstraksi Material	Proses ekstraksi ramah lingkungan; pengolahan limbah	Tanggung jawab etis; mematuhi kebijakan	Biaya rendah dari proses ekstraksi
Pembuatan	Proses <i>eco-manufacturing</i> ; pengolahan limbah <i>eco-packaging</i>	Tanggung jawab etis; dampak sosial; mematuhi kebijakan	Biaya rendah manufaktur; biaya distribusi yang rendah

Penggunaan	Penghematan energi dan sumber daya alami; menggunakan energi terbarukan; tingkat emisi yang rendah	Keselamatan; nyaman; tingkat kebisingan rendah; dapat diandalkan; tanggung jawab etis; dampak sosial	Harga jual masuk akal; biaya operasional yang rendah ;biaya pemeliharaan yang rendah
Fase akhir	<i>Reusabilitas</i> tinggi; limbah tidak beracun dapat didaur ulang	Tanggung jawab etis; dampak sosial	Nilai ekonomi setelah penggunaan yang tinggi; biaya daur ulang yang rendah

Berikut merupakan tahapan metodologi *sustainable product development* (SPD) (Panuju *et al.*,2021a) :

1. Fase Ekstraksi Material

Fase ekstraksi material adalah fase bahan baku material di ambil dari alam atau pertambangan karena untuk membuat sebuah produk harus ada material yang diambil dari alam dan akan menyebabkan dampak terhadap lingkungan, secara sosial dan ekonomi.

2. Fase Pembuatan

Fase pembuatan (*manufacturing*) berkaitan dengan pernyataan terkait produk tersebut berkelanjutan atau tidak dalam aspek lingkungan, sosial, serta masih memiliki *benefit* atau keuntungan.

3. Fase Penggunaan

Fase Penggunaan dalam *sustainability* produk adalah produk yang hemat dalam menggunakan energi, kemudian hemat dalam menggunakan sumber daya alam atau menggunakan energi terbarukan dan emisinya rendah. Secara sosial dalam fase penggunaan produk aman, nyaman, tidak berisik (*low noise level*) kemudian awet ketika digunakan dan tidak melanggar

etika. *Sustainability* yang baik adalah harganya masuk akal, biaya operasional rendah dan biaya perawatan yang rendah.

4. Fase Akhir

Fase akhir dalam *sustainability* produk ada 3 opsi sebagai berikut :

a. Opsi Pembuangan atau *Dumping*

Opsi Pembuangan atau *Dumping* dalam *sustainability* produk tidak diinginkan karena akan memberikan dampak lingkungan, sosial dan ekonomi yang kurang baik.

b. Opsi *Remanufacturing* (Diproduksi Ulang)

Proses manufacturing berfungsi untuk memperbaiki produk bekas pakai (*used product*) menjadi sama seperti baru sesuai standar pabrikan serta digaransi oleh prinsipal.

c. Opsi *Reuse* (Digunakan Kembali)

Opsi *Reuse* dalam *sustainability* produk adalah produk digunakan kembali namun tidak seperti fungsi aslinya sebagai contoh kulkas digunakan sebagai lemari pakaian. Hal ini dapat dilihat bahwa kulkas pada fungsi aslinya digunakan sebagai pendingin bahan pangan, namun dalam konteks *sustainability* produk kulkas tersebut tidak dibuang, tidak didaur ulang, dan tidak diproduksi ulang tetapi dapat digunakan kembali untuk pemanfaatan ke fungsi yang lain.

Oleh sebab itu, jika dilihat dari sudut pandang *sustainability* semakin tinggi kualitas produk maka prosesnya pun semakin baik seperti menggunakan proses yang ramah lingkungan. Kemudian pengolahan limbah yang baik dan pada proses pengepakan juga dengan proses yang ramah lingkungan, seperti menggunakan plastik yang mudah terdekomposisi di tanah. Jika dipandang dari aspek sosial maka ketika diproduksi tidak menyebabkan efek sosial yang negatif kemudian secara biaya manufaktur rendah (Panuju dkk.,2021). Pada penelitian ini dilakukan pendekatan *sustainability product* dengan menambahkan media penampit konsumsi air agar penggunaan air dapat terkontrol.

2.5 Isu yang Menjadi Hambatan Perkembangan Produk-produk di Indonesia

Ada beberapa faktor yang menjadi penghambat perkembangan produk-produk di Indonesia yaitu (Panuju *et.al.*,2021a):

a. Isu Konsumen

Konsumen di Indonesia tidak tertarik dengan isu produk yang ramah lingkungan hal ini karena produk ramah lingkungan cenderung lebih mahal. Kemudian konsumen Indonesia banyak yang berperilaku kontra produktif yang berlawanan terhadap konsep ramah lingkungan.

b. Kemampuan sumber daya manusia (SDM)

Ada beberapa teknologi ramah lingkungan yang SDM-nya belum cukup mumpuni karena teknologi ramah lingkungan cenderung berteknologi tinggi dan membutuhkan SDM dengan pengetahuan khusus.

c. Isu Kebijakan Pemerintah

Isu Kebijakan Pemerintah banyak sekali yang mendukung, seperti di Eropa untuk menggunakan teknologi yang *toxic* sudah dilarang keras. Kemudian saat memanufaktur harus menggunakan ISO 14001 yang merupakan standar lingkungan internasional. Di Indonesia dalam menjalankan kebijakan belum maksimal, seperti peraturan standar emisi. Hal ini belum diterapkan secara maksimal, hal ini yang menyebabkan produsen melanggar peraturan yang ada.

d. Isu Faktor Pendukung

Isu faktor pendukung misalnya industri ramah lingkungan masih jarang ditemukan sehingga harus impor dan menjadi lebih mahal. Fasilitas pemeliharaan dan pembuangan belum ada sehingga produsen juga tidak bisa menggunakan fitur ramah lingkungan.

2.6 Intervensi Desain

Intervensi desain dalam penelitian ini dilakukan dengan menambahkan fitur eco-feedback pada mesin cuci. Definisi intervensi desain adalah melakukan

usaha-usaha untuk meningkatkan perilaku ramah lingkungan dari pengguna produk melalui desain produk awal atau memodifikasi produk yang sudah ada. Studi kasus desain yang telah mengidentifikasi tujuh intervensi perilaku pendekatan yang dapat diterapkan dalam desain untuk mengurangi dampak penggunaan produk. Berikut ini menjelaskan setiap aplikasi (Tang, 2010):

a. *Eco information*

Eco information yaitu menginformasikan berapa energi yang sudah dipakai. Sebagai contoh: pola ubin pada kamar mandi menghilang ketika rutinitas mandi dengan air panas berlebihan. Ubin kamar mandi dihiasi dengan pola tinta *thermochromic* yang beraksi terhadap panas. Semakin lama penggunaan air panas maka pola ubin semakin memudar yang menginformasikan penggunaan air atau energi selama mandi, ini sebagai pengingat penggunaan energi (Tang, 2010).



Gambar 2.3 Pola Ubin dengan Tinta *Thermochromic* (Tang, 2010).

b. *Eco choice*

Eco choice yaitu produk yang memberi pilihan pengguna untuk memilih untuk menjadi ramah lingkungan atau tidak, di mana produk itu memberi fasilitas ramah lingkungan. Sebagai contoh: mesin dengan *eco button*, misal saat menyetel suhu pendinginan lemari es ke hemat energi atau tingkat paling optimal tergantung isi pada lemari es (Tang, 2010).



Gambar 2.4 Mesin Dengan *Eco Button* (Tang, 2010).

c. *Eco feedback*

Eco feedback yaitu produk yang menyediakan informasi umpan balik langsung ketika pengguna berinteraksi dengan pruduk/sistem pada saat penggunaan sumber daya, energi. Produk dapat meningkatkan kesadaran lingkungan pengguna dengan memberikan informasi umpan balik langsung tentang interaksi pengguna-produk/sistem yaitu penggunaan sumber daya, konsumsi energi, dan dampak lingkungan (Tang, 2010).



Gambar 2.5 Setrika *Thermocolour* (Tang, 2010).

d. *Eco spur*

Eco spur yaitu di mana desain memberi hadiah atau hukuman ketika perilaku mereka saat penggunaan energi. Konsekuensi hukuman membantu meningkatkan kesadaran, minat dan keingintahuan. Sebagai contoh: lampu yang ketika digunakan hemat maka lampu akan mekar seperti bunga, tetapi

ketika sering lupa mematikan lampu atau ketika siang lampu tetap dihidupkan maka lampu akan menguncup (Tang, 2010).



Gambar 2.6 *Flower Lamp* (Tang, 2010).

e. *Eco steer*

Eco steer yaitu produk yang desainnya seolah olah tidak nyaman dipandang. Sebagai contoh: saklar lampu yang ketika dihidupkan seakan tidak enak dipandang mata, maka dari itu si pengguna cenderung mematikan saklar (Tang, 2010).



Gambar 2.7 *Puzzle Swich* (Tang, 2010).

f. *Eco technical intervention*

Eco technical intervention yaitu di mana produk dikontrol teknologi itu sendiri. Desain intervensi yang sudah diaplikasikan pada produk-produk yang ada. Seperti menggunakan *inverter* atau produk yang *low watt*. Contohnya *charger* ponsel yang secara otomatis memotong catu daya ketika perangkat terisi penuh (Tang, 2010).



Gambar 2.8 *Charger Ponsel* (Tang, 2010).

2.7 Design for Sustainable Behaviour (DfSB)

Salah satu kajian dalam desain produk ramah lingkungan yaitu membuat produk yang dapat mempengaruhi para penggunanya memiliki perilaku yang lebih ramah lingkungan. Pada taraf internasional, topik ini sering diistilahkan dengan *design for sustainable behavior* (DfSB). Secara konsep, desain produk yang digagas oleh konsep ini dimaksudkan untuk mengintervensi perilaku pengguna produk dengan teknik tertentu, sehingga perilaku pengguna berubah ke arah yang lebih ramah lingkungan. Strategi DfSB ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain (Panuju, 2021) :

a. Relatif lebih murah untuk diaplikasikan

Strategi DfSB bisa diaplikasikan dengan modifikasi kecil yang sederhana dan berbiaya yang murah.

b. Mengandung unsur pendidikan bagi pengguna

Strategi DfSB ini di mana desain produk ini menstimulus munculnya kesadaran pengguna akan isu lingkungan. Artinya ada unsur pendidikan masyarakat yang diselipkan dalam strategi ini, yang mana hal ini amat dibutuhkan dalam membentuk perilaku ramah lingkungan secara komunal ke depannya.

c. Desain dapat dilakukan oleh industri kecil

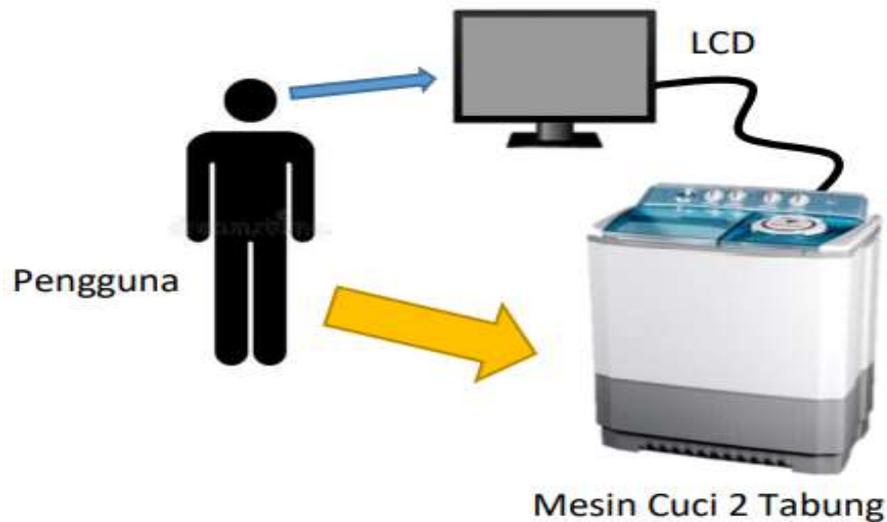
Modifikasi yang sederhana dengan biaya rendah memunculkan berbagai variasi produk yang bisa dihasilkan oleh kelompok UMKM.

Selain itu strategi ini juga memiliki keterbatasan yaitu rendahnya tingkat efektivitas untuk menurunkan efek lingkungan dalam waktu dekat dan masih membutuhkan banyak kajian untuk peningkatannya. Jika penerapan teknologi cerdas dapat menurunkan dampak lingkungan secara instan, hingga efeknya benar-benar dapat terlihat. Hal ini karena sasaran utama dari aplikasi strategi ini adalah mengubah perilaku pengguna, di mana perilaku ini dipengaruhi oleh pemahaman, nilai di dalam masyarakat dan kebiasaan (*habit*) pengguna yang berbeda-beda.

Aplikasi DfSB dalam produk cenderung bersifat personal, di mana pengguna memiliki pengalaman interaksi dengan produk secara pribadi, sehingga persepsi perilaku yang terbentuk juga akan berbeda untuk setiap orangnya. Karena itu DfSB banyak memberikan fokus pada peningkatan pengetahuan (*knowledge*) yang dapat berujung pada keyakinan (*belief*), mempengaruhi emosi pengguna dan juga memperbaiki kebiasaan lama menjadi kebiasaan yang lebih ramah lingkungan (Panuju, 2021).

2.8 Eksperimen DfSB dan Metode Analisisnya

Sebuah studi yang telah dilakukan oleh Panuju, (2021) pada dasarnya riset ini merupakan eksperimen DfSB dengan memodifikasi terhadap mesin cuci dua tabung. Modifikasi yang dilakukan dengan menambahkan unit tersendiri di luar unit mesin cuci, yaitu dengan menambahkan perangkat pengukur jumlah konsumsi air dan konsumsi daya listrik yang sekaligus menampilkan nilai yang terbaca melalui tampilan LCD agar bisa dilihat oleh pengguna selama aktivitas pencucian berlangsung. Penambahan unit modifikasi ini dimaksudkan agar pengguna mengetahui secara langsung penggunaan sumber daya saat melakukan aktivitas. Artinya ada penambahan wawasan pengguna melalui alat ini terkait isu lingkungan, dan respon dari pengguna akan bergantung pada pemahaman, nilai dan kebiasaan.



Gambar 2.9 Penerapan DfSB- Informasi Pada Mesin Cuci (Panuju, 2021).

Hasil modifikasi produk dalam studi tadi kemudian dilakukan pengujian dengan melibatkan beberapa responden yang melakukan dua kali pencucian, yang pertama yaitu mencuci menggunakan mesin dengan LCD unit modifikasi dalam kondisi *off*, dan yang kedua kali yaitu mencuci sambil melihat jumlah air dan listrik yang mereka pakai, karena LCD dalam posisi *on*. Berdasarkan analisis *statistic*, ternyata modifikasi ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah air yang dikonsumsi, namun tidak signifikan terhadap konsumsi daya listrik.

2.9 Uji-T Berpasangan

Uji-t berpasangan (*paired t-test*) adalah salah satu metode pengujian hipotesis dimana data yang digunakan tidak bebas (berpasangan). Ciri-ciri yang paling sering ditemui pada kasus yang berpasangan adalah satu individu (objek penelitian) mendapat 2 buah perlakuan yang berbeda. Walaupun menggunakan individu yang sama, peneliti tetap memperoleh 2 macam data sampel, yaitu data dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua. Hipotesis dari kasus ini dapat ditulis (Langi dan Montolalu, 2018):

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

H_a berarti bahwa selisih sebenarnya dari kedua rata-rata tidak sama dengan nol.

Berikut merupakan rumus uji t berpasangan.

$$t_{hit} = \frac{(\bar{D})}{SD/\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$SD = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Di mana: t = nilai t hitung

\bar{D} = rata-rata selisih pengukuran 1 dan 2

SD = standar deviasi selisih pengukuran 1 dan 2

n = jumlah sampel

Dalam penelitian ini dilakukan uji-t berpasangan untuk mengetahui apakah ada perbedaan tingkat pendidikan pengguna terhadap konsumsi air.

2.10 Flow Sensor

Penelitian ini menggunakan *flow sensor*, yaitu perangkat yang mengukur aliran fluida cair, gas atau uap yang melewati *flow sensor*. Sebuah *flow sensor* standar terdiri dari serangkaian komponen terkait yang mentransmisikan sinyal yang menunjukkan volume, laju aliran atau volume cairan bergerak melalui saluran tertentu. *Flow sensor* terdiri dari beberapa bagian yaitu katup plastik, rotor, dan sensor *hall effect*. Pada saat air mengalir di *flow sensor* melalui rotor di dalamnya, maka rotor akan berputar dan kecepatan rotornya sesuai dengan rata-rata kecepatan air mengalir. Kecepatan rotor pada *flow sensor* akan mendeteksi sinyal melalui *hall effect*. Pada *flow sensor* ini terdiri dari 3 buah pin yang berfungsi sebagai vcc, *output* dan *ground*.

Adapun rumus yang digunakan dalam menghitung laju aliran air pada *flow sensor* ini yaitu (Hakim dkk., 2018):

$$V=Q \times t \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan

V = volume (liter)

Q = debit (liter/detik)

t = satuan waktu (detik)



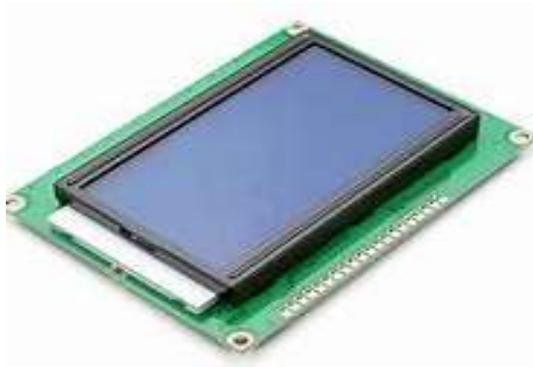
Gambar 2.10 *Water Flow Sensor* (Hakim et.al., 2018)

Sensor *hall effect* merupakan salah satu *tranduser* yang sering digunakan untuk mendeteksi medan magnet. *Hall effect* dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan atau putaran apabila gerakan atau putaran tersebut dipengaruhi oleh medan magnet. *Hall effect* terjadi ketika konduktor membawa arus tertahan pada medan magnet, medan magnet memberi gaya menyamping pada muatan-muatan yang mengalir pada konduktor. Setiap perubahan medan magnet yang terjadi akan dideteksi oleh *hall effect*, di mana perubahan kutub utara dan selatan akan memberikan input pada *hall effect* dan menghasilkan *output* berupa pulsa transmisi turun (aktif *low*). Berikut merupakan gambar konfigurasi pin-pin *hall effect* (Hakim et.al., 2018).

2.11 Instalasi *Flow Sensor*

Sesuai dengan persyaratan instalasi, panjang minimal pipa sepuluh (10) kali diameter lurus pipa untuk pipa aliran sebelum masuk *flow sensor* dan minimal lima (5) kali diameter lurus pipa aliran setelah masuk *flow sensor* (Asy'ari, 2014).

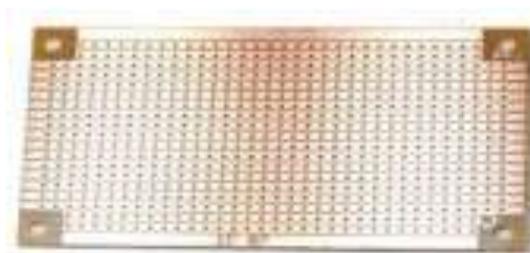
alat berbasis *mikrokontroler*. LCD juga berfungsi untuk menampilkan suatu nilai atau teks hasil dari sensor serta menampilkan menu atau perintah yang ditulis pada aplikasi *mikrokontroler* (Rismawan, 2020).



Gambar 2.13 LCD Grafik 128x64 (Rismawan, 2020).

2.14 Printed Circuit Board (PCB)

Printed circuit board (PCB) adalah papan rangkaian yang digunakan sebagai tempat penghubung jalur konduktor dan penyusunan letak komponen-komponen elektronika. Jalur konduktor adalah sistem pengkabelan antar komponen sebagai bagian dari hubungan data dan kelistrikan pada komponen tersebut. Dengan demikian, jalur konduktor dan tata letak komponen merupakan bagian dari suatu sistem yang disebut *layout PCB*. *Printed circuit board* (PCB) berfungsi sebagai tempat menyusun berbagai komponen elektronik sehingga terpasang lebih rapih dan terorganisir, serta dapat menjadi pengganti kabel untuk menyambung berbagai komponen seperti menghubungkan kaki komponen satu dengan komponen yang lainnya.



Gambar 2.14 *Printed Circuit Board* (PCB) (Darmawan, 2020).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat dan waktu pelaksanaan penelitian yang direncanakan adalah sebagai berikut:

1. Tempat Penelitian

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di laboratorium metrologi industri dan laboratorium mekatronika Teknik Mesin Universitas Lampung.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama tiga bulan terhitung dari Mei 2022 sampai Januari 2023.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

Kegiatan penelitian	Mei	Juni	Juli	Agustus	Februari
Studi Literatur	■				
Persiapan Alat dan Bahan Penelitian		■			
Pengujian dan Pengambilan Data			■		
Pengolahan Data					■
Pembuatan Laporan Akhir					■

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

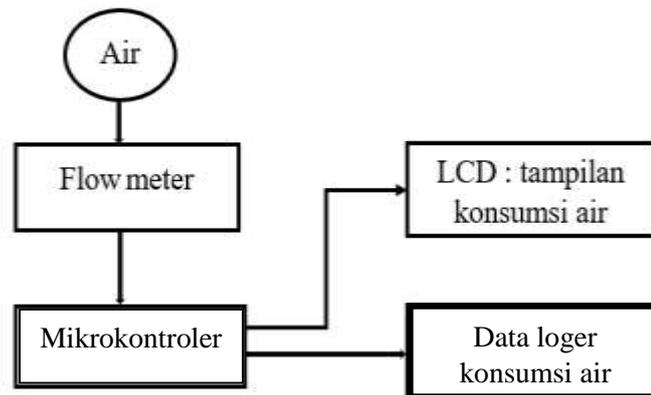
Tabel 3.2 Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	Mesin cuci dua tabung	Mesin cuci dua tabung digunakan sebagai media proses mencuci responden
2.	<i>Flow meter</i>	<i>Flow meter</i> sendiri digunakan sebagai media mengukur berapa banyaknya air yang digunakan
3.	ESP8266	ESP8266 <i>microcontroler</i> yang digunakan sebagai otak dari pengendalian alat
4.	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	LCD digunakan untuk media penampil banyaknya konsumsi air saat proses mencuci
5.	<i>printed circuit board</i> (PCB)	PCB digunakan sebagai tempat penghubung jalur konduktor dan penyusunan letak komponen-komponen elektronika

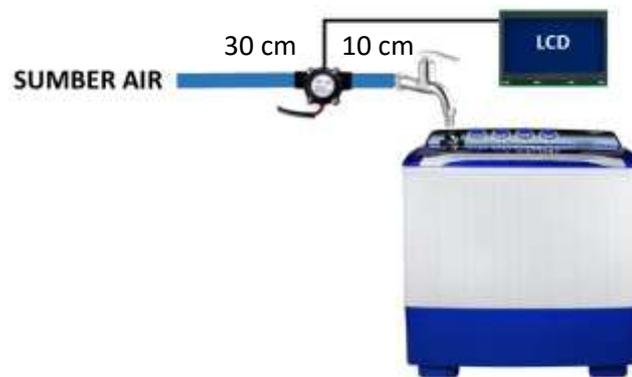
3.3 Metodologi Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan sebuah mesin cuci 2 tabung sebagai bahan dasar modifikasi, di mana tujuan modifikasi adalah untuk meningkatkan kesadaran pengguna akan jumlah konsumsi air pada saat proses pencucian. Pada kenyataannya, sebagian besar masyarakat tentunya tidak menginginkan

produk mereka dibongkar dan dimodifikasi, karena akan menghilangkan garansi kerusakan produk. Mesin cuci dimodifikasi sebisa mungkin tanpa merusak unit produk, yaitu dengan menambahkan unit lain di luar produk itu sendiri. Unit ini berfungsi untuk menghitung serta menampilkan jumlah konsumsi air ketika proses pencucian. Skema unit yang didesain dapat dilihat pada gambar 3.1 dan skema pemasangan alat pada gambar 3.2 di bawah ini.



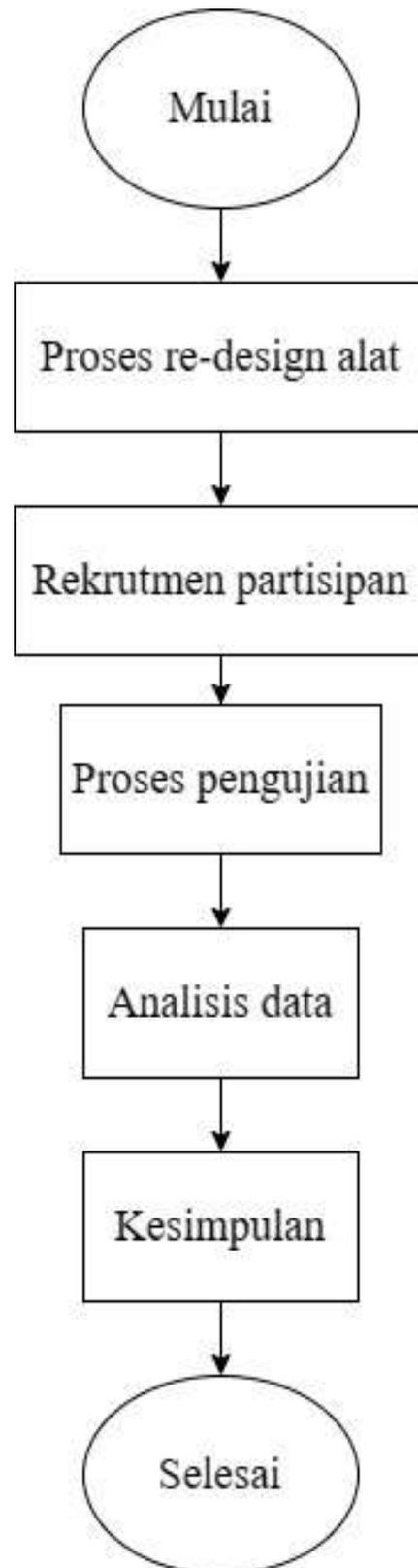
Gambar 3.1 Skema Unit Modifikasi pada Mesin Cuci



Gambar 3.2 Skema Pemasangan Alat

3.4 Tahapan Penelitian

Adapun prosedur yang dilakukan dalam mendesain ulang modul *water meter* dan menganalisis penerapan fitur *eco-feed-back* terhadap perilaku konsumen dengan tingkat pendidikan SMP dan S1. Penelitian dilaksanakan berdasarkan diagram alir penelitian berikut:



Gambar. 3.3 Diagram Alir Penelitian.

1. Proses *re-design* alat yang akan dilakukan adalah mengubah media penampil yang lebih besar. Persiapan bahan berupa *water meter*, LCD ST7920 128x64, mikrokontroler nodeMCU 8266, dan papan rangkaian, untuk memproduksi ulang modul *water meter*. Modul *water meter* digunakan sebagai media penampil konsumsi air ketika melakukan proses pencucian dengan mesin cuci dua tabung.
2. Melakukan rekrutmen partisipan untuk melakukan dua kali proses pencucian dengan mesin cuci dua tabung. di mana kriteria partisipan yaitu dengan pendidikan terakhir SMP dan S1 yang bertempat tinggal di Desa Kampung Baru. Berdasarkan data kependudukan RT 004 LK 1 Kelurahan Kampung Baru, Kecamatan Labuhan Ratu Kota Bandar Lampung, jumlah populasi penduduk yang berpendidikan terakhir SMP yaitu 41 orang dan S1 76 orang. Perhitungan jumlah sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pengambilan sampel Slovin, berikut ditunjukkan persamaannya: (Sugiyono, 2007).

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \dots \dots \dots (3.1)$$

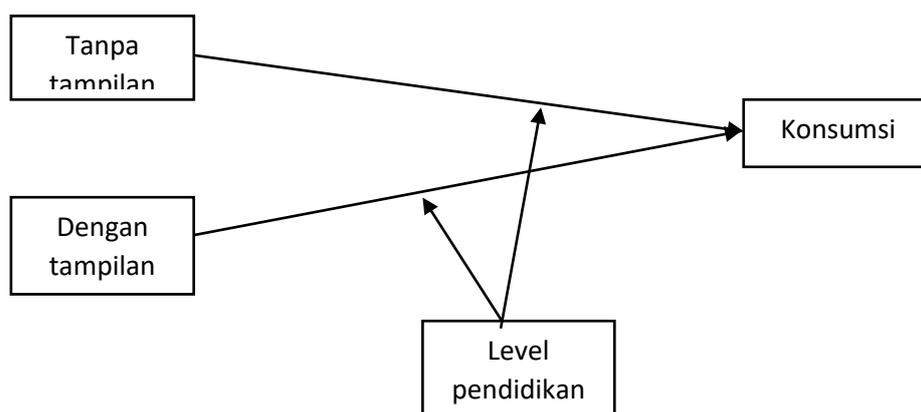
di mana : n = Ukuran sampel

N = Ukuran populasi

e = standar *error*

3. Setelah rekrutmen partisipan selesai dilanjutkan dengan proses pengujian. Proses pengujian dilakukan dua kali dengan berat pakaian yang sama yaitu seberat 3,5 kg atau kurang lebih 20 buah pakaian, ini sesuai dengan pakaian kotor keluarga berjumlah 4 orang. Detergen yang digunakan pada pengujian menggunakan jenis detergen cair yang sama pada setiap pengujian. Partisipan mengisi biodata dan kuesioner yang diberikan sebelum melakukan proses pencucian. Pencucian pertama dilakukan sesuai dengan kebiasaan mencuci di rumah atau tanpa mengetahui konsumsi air yang digunakan. Proses pencucian kedua partisipan melakukan pencucian sambil melihat konsumsi air yang digunakan.
4. setelah *re-design* alat dan pengujian selesai, langkah selanjutnya adalah menganalisis data yang didapat dari pengujian penerapan fitur *eco-*

feedback pada partisipan dengan latar belakang pendidikan SMP dan S1. Proses analisis dilakukan untuk mengetahui efek penerapan fitur *eco-feedback* pada mesin cuci terhadap perilaku pengguna dengan perbedaan tingkat pendidikan. Analisis dengan cara membandingkan konsumsi air yang digunakan oleh partisipan ketika melakukan proses pencucian.



Gambar 3.4 Kerangka Berpikir.

3.5 Pengukuran Konsumsi Air saat Mencuci.

Pengukuran konsumsi air yang akan dilakukan berdasarkan data kependudukan RT 004 LK 1 Kelurahan Kampung Baru, Kecamatan Labuhan Ratu Kota Bandar Lampung, jumlah populasi penduduk yang berpendidikan terakhir SMP yaitu 41 orang dan S1 76 orang. Perhitungan jumlah sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pengambilan sampel Slovin sebagai berikut:

$$n = \frac{108}{1+108(0,18)^2}$$

=24,43 dibulatkan menjadi 24 partisipan.

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus Slovin didapatkan sampel partisipan sebanyak 24 orang dengan tingkat pendidikan SMP yaitu 12 sampel dan tingkat pendidikan S1 sebanyak 12 sampel.

Tabel 3.1 Pengukuran Konsumsi Air Berdasarkan Tingkat Pendidikan SMP tanpa Tampilan Volume Air saat Mencuci.

No	Pendidikan	Volume air LCD <i>off</i>
1	SMP	
2	SMP	
3	SMP	
4	SMP	
5	SMP	
6	SMP	
7	SMP	
8	SMP	
9	SMP	
10	SMP	
11	SMP	
12	SMP	

Tabel 3.2 Pengukuran Konsumsi Air Berdasarkan Pendidikan SMP dengan Tampilan LCD *On* saat Mencuci

No.	Pendidikan	Volume air LCD <i>on</i>
1	SMP	
2	SMP	
3	SMP	
4	SMP	
5	SMP	
6	SMP	
7	SMP	
8	SMP	
9	SMP	
10	SMP	
11	SMP	
12	SMP	

Tabel 3.3 Pengukuran Konsumsi Air Berdasarkan Tingkat Pendidikan S1 tanpa Tampilan Volume Air saat Mencuci.

No.	Pendidikan	Volume air LCD <i>on</i>
1	S1	
2	S1	
3	S1	
4	S1	
5	S1	
6	S1	
7	S1	
8	S1	
9	S1	
10	S1	
11	S1	
12	S1	

Tabel 3.3 Pengukuran Konsumsi Air Berdasarkan Tingkat Pendidikan S1 dengan Tampilan Volume Air saat Mencuci.

No.	Pendidikan	Volume air LCD <i>on</i>
1	S1	
2	S1	
3	S1	
4	S1	
5	S1	
6	S1	
7	S1	
8	S1	
9	S1	
10	S1	
11	S1	
12	S1	

3.6 Analisis

Setelah proses pengujian dilakukan, data yang sudah didapatkan akan dianalisis dengan uji-t berpasangan, pengujian ini bertujuan untuk menganalisis apakah ada pengaruh tingkat pendidikan SMP dan S1 terhadap konsumsi air ketika melakukan proses pencucian sebelum dan sesudah diterapkannya fitur *eco-feedback* pada mesin cuci. Uji-t berpasangan (*paired t-test*) adalah salah satu metode pengujian hipotesis dimana data yang digunakan tidak bebas (berpasangan). Uji-t berpasangan dipilih sebagai metode analisis yang digunakan karena pada pengujian ini dilakukan untuk menguji rata-rata pengaruh suatu perlakuan. Ciri-ciri yang paling sering ditemui pada kasus yang berpasangan adalah satu individu (objek penelitian) mendapat 2 buah perlakuan yang berbeda. Walaupun menggunakan individu yang sama, peneliti tetap memperoleh 2 macam data sampel, yaitu data dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua. Hipotesis dari kasus ini dapat ditulis:

H_0 : Semua faktor adalah sama, atau tidak ada efek yang mempengaruhi perilaku konsumen terhadap volume air yang digunakan.

H_1 : Terdapat salah satu faktor dominan yang mempengaruhi perilaku konsumen terhadap volume air yang di gunakan.

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan berdasarkan tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Telah di produksi ulang modul *water flow sensor* dengan mengganti media penampil yang lebih besar menggunakan LCD grafik 128x64 dengan tingkat keakurasian alat sebesar 99% yang digunakan sebagai media penampil konsumsi air pada mesin cuci.
2. Hasil pengujian penerapan fitur *eco-feedback* secara signifikan mengurangi konsumsi sumber daya air terbukti dengan rata-rata penurunan sebesar 24,95% pada partisipan berpendidikan SMP dan 32,85% pada partisipan berpendidikan S1. Hal tersebut berarti dengan diterapkannya fitur *eco-feedback* pada mesin cuci terjadi peningkatan pengetahuan terkait isu lingkungan. Sehingga partisipan dapat lebih mengontrol penggunaan air ketika melakukan proses pencucian.
3. Perbedaan tingkat pendidikan antara SMP dan S1 tidak secara signifikan mempengaruhi selisih konsumsi air kedua kelompok ini sama-sama mengalami penurunan konsumsi air. Akan tetapi tidak ada perbedaan yang berarti antara kelompok partisipan, hal dikarenakan baik partisipan SMP maupun S1 sama-sama mengalami penurunan konsumsi air ketika diterapkannya fitur *eco-feedback*.

5.2 Saran

Adapun saran yang didapat setelah melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dilakukan pengujian dengan latar belakang responden yang berbeda seperti kondisi geografis, usia, jenis kelamin dan pekerjaan, agar efektivitas modifikasi pada mesin cuci lebih terukur.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan penelitian pada skala rumah tangga, agar mengetahui efektivitas modifikasi pada mesin cuci ketika digunakan sehari hari.
3. Pendidikan lingkungan hidup dapat lebih diperhatikan dan diterapkan pada setiap tingkatan pendidikan sedini mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Aberu A, Lawal Y.O. 2022. “*The Relationship Between Education And Sustainable Development In Nigeria*”. *Journal Of Public Administration, Finance And Law*.
- Anggoro P.W, Bawono B, Sujatmiko I. 2015. *Reverse Engineering Technology In Redesign Process Ceramics: Application For CNN Plate*. Departemen *Off Industrial Engineering*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Antu A.W.A, Abdussamad S, Nasibu I.Z. 2020. Rancang Bangun *Running text Pada Dot Matrix 16X160* Berbasis Arduino Uno Dengan *Update Data System* Menggunakan Perangkat Android Via Bluetooth. Teknik Elektro, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo
- Asy’ari M.K. 2014. Kalibrasi *Flow meter* Dalam Aliran Fluida Pada Sistem *Manifold*. Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Indikator Peduli Lingkungan Hidup. Jakarta
- Dermawan I.A. 2020. Faktor Faktor Kegagalan Pemasangan *Chip* Pada Papan PCB Menggunakan Mesin *Chip Mounter*. Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang

- Hakim D.P.A.R, Budijanto A, Widjanarko B. 2018. Sistem *Monitoring* Penggunaan Air PDAM Pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis *Smartphone* ANDROID. Teknik Elektro, Universitas Widya Kartika, Surabaya.
- Herlambang A. 2009. Peran Teknologi Dalam Menentukan Kebijakan Pengolahan Sumber daya Air Nasional. Pusat Teknologi Lingkungan, BPP Teknologi Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat.
- Juliana. 2016. Analisis Pengetahuan Lingkungan Dan Perilaku Ramah Lingkungan Berdasarkan Gender dan Tingkat Pendidikan Di Kota Pekanbaru. Fakultas Ekonomi Dan Ilmu Sosial. Universitas Islam Negeri Suska, Riau
- Kumar G. Mohaputra S. 2021. *Role of Education for Suatainable Development. Discipline of Geographi, School of Sciences, IGNOU, New Delhi.*
- Kusumo R.A.B, Charina A, Sukayat A. 2017. Kajian Edukasi Ramah Lingkungan Dan Karakteristik Konsumen Serta Pengaruhnya Terhadap Sikap Dan Perilaku Ramah Lingkungan. Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran, Sumedang.
- Langi Y.A.R, Montolalu C.E.J.C. 2018. Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer Dan Teknologi Informasi Bagi Guru-Guru Dengan Uji-T Berpasangan (*Paired Sample T-Test*). Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia.
- N.A., Silabus/Kurikulum Umum Pendidikan dan Pengajaran. 4 Juli 2021a. <https://ftmd.itb.ac.id/id/silabus-dan-kurikulum/>. Di akses pada 11 Mei 2023

- N.A., Universitas Gajah Mada Fakultas Ekonomo dan Bisnis. 10 Januari 2023. <https://feb.ugm.ac.id/id/pendidikan/program-studi/program-sarjana/kurikulum-manajemen>. Di akses pada 11 Mei 2023
- N.A., Struktur Kurikulum. 23 April 2015. <https://feb.unila.ac.id/wp-content/uploads/2015/04/Kurikulummgt.pdf>. Di akses pada 11 Mei 2023
- N.A., Fakultas Pertanian Kurikulum Agroteknologi. 29 Desember 2021b. <http://agroteknologi.faperta.unpad.ac.id/index.php/kurikulum>. Di akses pada 11 Mei 2023
- N.A., Jadwal Kuliah Fakultas Hukum. 14 Agustus 2019. <https://fh.unila.ac.id/wp-content/uploads/2019/08/Jadwal-Reguler-2019-2022.pdf>. Di akses pada 11 Mei 2023
- O'Neill B.C, Jiang L, KC S, Fuchs R, Pachauri S, Laidlaw E.K, Zang T, Zou W, Ren X. 2020. "The Effect Of Education On Determinants Of Climate Change Risk". Nature Sustainability Articles.
- Pangestu A.D, Ardianto F, Alfaresi B. 2019. Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino NODEMCU ESP8266. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Panuju A.Y.T, Suudi A, Ibrahim G.A. 2021a. *Identifying Constraints Of Sustainable Product Development In Indonesia. International Journal Of Scientific & Technology Research Vo'lume 10, issue 04*
- Panuju A.Y.T, Martinus, Riszal A, Hamni A, Kobayashi H. 2022. *Sustainable Design Implementation Measuring Environmentan Impact And User Responsibility. Int. J. of Automation Techonology Vol.16 No. 6*

- Panuju A.Y.T .2021b. Desain Produk Ramah Lingkungan Di Indonesia- Tantangan Dan Peluang Di Masa Depan. Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Rismawan E, Sulistianti S, Tristanto A. 2012. Rancang Bangun *Prototype* Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Riadi S, Rukmayadi D, Roswandi I, Wangitan R. 2020. Pengaruh Perbedaan Dosis N_aOH Pada Pembuatan Sabun Dengan Metode ANOVA Satu Arah dan Penentuan Perbandingan 3 Jenis Minyak Sebagai Bahan Utama Dengan Metode AHP Pada Produk Sabun Mandi Ramah Lingkungan. Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Sani A.A. 2017. Pengaruh Teknologi Ramah Lingkungan Dan Kualitas pelayanan Terhadap keunggulan Kompetitif Dan Kinerja Perusahaan. Universitas Udayana Bali.
- Sugianto. 2007. Desain Rangkaian Elektronika dan *Layout* PCB dengan Protel 99 SE. Jakarta: PT. Elex Media Komputido.
- Sugiyono. 2007. Statistik Nonparametris untuk Penelitian. Bandung : Alfabeta.
- Tang T. 2010. *Towards Sustainable Use: Design Behaviour Intervention To Reduce Household Environmental Impact*. Loughborough University.