

**ANALISIS HUBUNGAN ANTARA DAMPAK DESAIN PRODUK
RAMAH LINGKUNGAN DENGAN TINGKAT KESADARAN
LINGKUNGAN PENGGUNA**

(Skripsi)

Oleh

Muhammad Toby Al Ghazaly
1715021013



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**ANALISIS HUBUNGAN ANTARA DAMPAK DESAIN PRODUK
RAMAH LINGKUNGAN DENGAN TINGKAT KESADARAN
LINGKUNGAN PENGGUNA**

Oleh

Muhammad Toby Al Ghazaly

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA DESAIN PRODUK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN TINGKAT KESADARAN LINGKUNGAN PENGGUNA

Oleh:

MUHAMMAD TOBY AL GHAZALY

Dalam pemakaian air sehari-hari manusia tidak pernah memperhatikan jumlah debit pemakaian air yang telah digunakan. Penelitian ini memaparkan strategi desain ramah lingkungan pada produk rumah tangga, melalui penelusuran penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dari sekian strategi yang dipaparkan maka dipilih salah satu strategi untuk diterapkan yaitu '*eco-feedback*' ke dalam produk mesin cuci 2 tabung, yang saat ini banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Aplikasi strategi dilakukan dengan memberikan modifikasi desain kepada mesin cuci, dimana pengguna dapat melihat penggunaan air secara langsung pada saat proses pencucian, sehingga dapat meningkatkan kesadaran/*awareness* pengguna akan sumber daya yang dipakai. Efektivitas strategi ini diuji melalui eksperimen yang melibatkan responden, dimana konsumsi air sebelum dan sesudah penerapan strategi dicatat dan dianalisis lebih lanjut dan didapatkan bahwa penerapan strategi memberikan efek yang signifikan pada perilaku pengguna mesin cuci terkait konsumsi air dan peningkatan kesadaran lingkungan.

Kata kunci: Desain berkelanjutan, *Eco-feedback*, Kesadaran lingkungan.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCT DESIGN AND USER'S LEVEL OF ENVIRONMENTAL CONSCIOUSNESS

By

MUHAMMAD TOBY AL GHAZALY

In daily water use, humans never pay attention to the amount of water used. This research describes environmentally friendly design strategies for household products, through researching research that has been carried out previously. Of the strategies presented, one strategy was chosen to be implemented, namely 'eco-feedback' in the 2-tub washing machine product, which is currently widely used by Indonesian people. The strategy application is carried out by providing design modifications to the washing machine, where the user can see the water usage directly during the washing process, to increase the user's awareness of the resources used. The effectiveness of this strategy was tested through experiments involving respondents, where water consumption before and after implementing the strategy was recorded and analyzed further and it was found that implementing the strategy had a significant effect on the behavior of washing machine users regarding water consumption and increasing environmental awareness.

Keywords: Sustainable design, Eco-feedback, Environmental awareness.

Judul Skripsi : **ANALISIS HUBUNGAN ANTARA DAMPAK
DESAIN PRODUK RAMAH LINGKUNGAN
DENGAN TINGKAT KESADARAN
LINGKUNGAN PENGGUNA**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Toby Al ghazaly**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1715021013**

Jurusan : **Teknik Mesin**

Fakultas : **Teknik**



Achmad Yahya TP, S.T., M.T.
NIP 19800205 200501 1 002

Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng.
NIP 19900327 201903 1 001

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 199703 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Achmad Yahya TP, S.T., M.T.



Anggota Penguji : Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng.



Penguji Utama : Ir. Arinal Hamni, M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



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

NIP 19750928200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Oktober 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, 13, 12, 2023
Pembuat Pernyataan



Muhammad Toby Al ghazaly
NPM 1715021013

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tangerang pada tanggal 2 oktober 1999 sebagai anak ketiga, dari pasangan Bapak Syaiful Ansyori dan Ibu Nurdiana. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD NEGERI 05 MERUYA UTARA yang diselesaikan pada tahun 2012 dan SMAN 12 TANGERANG tahun lulus 2017, lalu penulis mendaftar sebagai mahasiswa pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota divisi advokasi, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) sebagai korps anggota muda, Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) sebagai staff ahli komisi I, Himpunan Mahasiswa Banten (HMB) sebagai kepala divisi sosial dan masyarakat.

Penulis pernah melakukan Kerja Praktek (KP) di PT. Heinz ABC unit Karawang tahun 2020 dengan judul **“ANALISIS KERUSAKAN DAN PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL PADA BAGIAN PEMBUATAN SAUS DI PT. HEINZ ABC”**.

Tahun 2023 penulis melakukan dan bergabung dalam tim dengan judul **“ANALISIS HUBUNGAN ANTARA DESAIN PRODUK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN TINGKAT KESADARAN LINGKUNGAN PENGGUNA”**. Dibawah bimbingan bapak Achmad Yahya TP, S.T., M.T. dan bapak Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng.

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 Warahmatullohi Wabarokatuh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karna atas rahmat, hidayah, dan lindungannya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dan menyelesaikan laporan skripsi dengan lancar dan tetap dalam keadaan sehat. Shalawat serta salam tak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya menuju kehidupan yang berakhlak dan berilmu yang baik sehingga dapat menjalani kehidupan dengan baik dan benar. Skripsi ini dibuat sebagai sebuah karya tulis yang merupakan hasil dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan. Diharapkan karya tulis ini dapat menjadi salah satu bentuk perkembangan dalam ilmu konsep *design for sustainable behaviour*. Skripsi ini juga merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Semoga karya tulis ini dapat membawa manfaat bagi pembacanya dan dapat dikembangkan lebih jauh lagi.

Selesainya skripsi ini tidak luput dari bantuan, bimbingan dan arahan dari semua pihak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Syaiful Ansyori dan Nurdiana yang selalu mendampingi dan melimpahkan doa-doanya pada penulis sehingga tetap bersemangat dalam menjalankan studi Teknik Mesin Universitas Lampung ini.
2. Untuk saudara di bandar lampung, nenek, tante dayah, iga dan ogi yang selalu memberi semangat dan motivasinya.
3. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung

4. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
5. Dr. Amrul, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
6. Novri Tanti, S.T., M.T. selaku ketua program studi Prodi S1 dan Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
7. Bapak Achmad Yahya TP, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia mendidik dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia mendidik dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
9. Ibu Ir. Arinal Hamni, M.T. selaku Dosen Penguji dalam skripsi ini. Terimakasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar proposal dan hasil terdahulu.
10. Seluruh Dosen di Teknik Mesin Universitas Lampung yang telah mengajarkan banyak pengetahuan kepada penulis.
11. Seluruh staff dan karyawan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
12. Teman-teman Angkatan 2017 yang selalu mendengarkan keluhan, memberikan motivasi, dan memberi dorongan semangat. Semoga kebersamaan kita tetap terjaga.

Semua pihak yang telah membantu penulis namun tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, penulis ucapkan terima kasih semoga Allah Yang Maha Pengasih membalas segala kebaikan kalian.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung,,, 2023

Penulis,

Muhammad Toby Al ghazaly
NPM. 1715021013

MOTTO

**“Jadilah orang yang bermartabat, jujur dan selalu menyampaikan
kebenaran”**

Umar bin Khattab

**“Apabila kamu mampu memimpikannya, maka kamu juga bisa
melakukannya”**

Muhammad Toby Al ghazaly

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Hipotesa.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Konsep Desain Produk Berkelanjutan.....	5
2.2 Kerangka Perilaku Konsumen.....	8
2.3 Perubahan Perilaku dan Intervensi Desain.....	10
2.3.1 Pengembangan Model Intervensi Perilaku Desain.....	10
2.3.2 Kasus Desain yang Ada dan Tujuh Pendekatan Desain.....	11
2.4 Eksperimen DfSB di Indonesia dan Metode Analisisnya.....	15
2.5 Sensor Flow Water.....	19
2.6 Instalasi Flow Meter.....	21
2.7 NodeMCU ESP8266.....	21
2.8 Printed Circuit Board (PCB).....	22
2.9 LCD (Liquid Crystal Display).....	23
2.10 Real Time Clock (RTC).....	24
2.11 Uji-t Berpasangan.....	24
2.12 Persamaan Regresi Linier Sederhana.....	25
III. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	27
3.2 Alat dan Bahan.....	28

3.3	Metodologi Pengambilan Data.....	30
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	34
3.5	Flow Chart Alat.....	35
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1	Hasil.....	36
4.1.1	Hasil Desain Ulang Alat.....	36
4.1.2	Prinsip kerja alat.....	37
4.1.3	Bahasa Pemrograman.....	37
4.2	Data Hasil Pengujian.....	39
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran.....	58
	DAFTAR PUSTAKA.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 SPD Metodologi dalam Mencapai Produk Keberlanjutan	5
Gambar 2 Kerangka Korelasi Perilaku Desain BerkelanjutanKerangka Korelasi Perilaku Desain Berkelanjutan (Hamni dkk., 2021)	9
Gambar 3 Proses Pengembangan Model Intervensi Perilaku Desain	11
Gambar 4 Pola Ubin Menghilang	12
Gambar 5 Mesin Dengan Eco-button.....	12
Gambar 6 Setrika Thermocolour.....	13
Gambar 7 Flower Lamp	13
Gambar 8 puzzle swich	14
Gambar 9 charger ponsel	14
Gambar 10 Integrasi toilet dan wastafel.....	15
Gambar 11 Diagram Blok Unit Modifikasi Pada Mesin Cuci	16
Gambar 12 Sensor hall effect.....	20
Gambar 13 Instalasi Flow Meter Pada Pipa Lurus Dengan Berbagai Variasi	21
Gambar 14 Instalasi Flow Meter Pada Pipa Lurus Sesuai Standar	21
Gambar 15 Pinout NodeMCU ESP8266.....	22
Gambar 16 Printed Circuit Board (PCB)	23
Gambar 17 LCD 2 x 16 Karakter	23
Gambar 18 Real Time Clock.....	24
Gambar 19 Ilustrasi Garis Regresi Linier	25
Gambar 20 Flow Meter	28
Gambar 21 NodeMCU ESP8266	28
Gambar 22 Printed Circuid Board (pcb)	29
Gambar 23 Liquid Crystal Display (LCD)	29
Gambar 24 Real Time Clock (RTC)	29
Gambar 25 Mesin Cuci 2 Tabung	30
Gambar 26 Kerangka Pemikiran.....	30

Gambar 27 Mekanisme Penelitian	31
Gambar 28 Penerapan DfSB – Informasi pada Mesin Cuci	32
Gambar 29 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 30 Flow Chart Alat.....	35
Gambar 31 Skema Wiring Water Flow Sensor.....	36
Gambar 32 Alat Water Flow Sensor	37
Gambar 33 Responden Ketika Melakukan Pengujian	39
Gambar 34 Grafik Hipotesis Konsumsi Air.....	43
Gambar 35 Grafik Hipotesis Peningkatan Awareness	45
Gambar 36 Grafik Persamaan Regresi Antara Reduksi Air Dengan Peningkatan Awareness	48
Gambar 37 Grafik Persamaan Regresi Antara Reduksi Air Dengan Peningkatan Aspek Cognitive.....	50
Gambar 38 Grafik Persamaan Regresi Antara Reduksi Air Dengan Peningkatan Aspek Affective	53
Gambar 39 Grafik Persamaan Regresi Antara Reduksi Air Dengan Peningkatan Aspek Conative	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Konsep Desain Dalam Fase Siklus Masa Produk	6
Tabel 2 Hasil Pengujian	16
Tabel 3 Eksplorasi Motif Responden	17
Tabel 4 Jadwal Kegiatan Penelitian	27
Tabel 5 Profil Partisipan.....	38
Tabel 6 Data Peningkatan Awareness dan Reduksi Air.....	40
Tabel 7 Statistik Regresi	41
Tabel 8 Hasil Analisis Residual	41
Tabel 9 Data Konsumsi Air Pencucian Partisipan	42
Tabel 10 Data Peningkatan Tingkat Kesadaran Lingkungan Partisipan.....	44
Tabel 11 Persamaan Regresi Antara Reduksi Air Dengan Peningkatan Awareness	46
Tabel 12 Persamaan Regresi Antara Reduksi Air Dengan Peningkatan Awareness (Aspek Cognitive)	49
Tabel 13 Persamaan Regresi Antara Reduksi Air Dengan Peningkatan Awareness (Aspek Affective).....	51
Tabel 14 Persamaan Regresi Antara Reduksi Air Dengan Peningkatan Awareness (Aspek Conative)	53

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerusakan lingkungan akibat pemakaian sumber daya yang berlebihan dan kelangkaan energi yang dirasakan saat ini perlu disikapi dengan bijak oleh manusia itu sendiri dalam menggunakan energi yang sangat terbatas tersebut. Efisiensi energi merupakan salah satu langkah dalam pelaksanaan konservasi energi serta sebagai solusi untuk mengurangi kerusakan lingkungan hidup. Di masyarakat umum efisiensi energi diartikan juga sebagai penghematan energi.

Air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui namun seiring pertumbuhan penduduk dan pembangunan perkotaan yang sangat pesat, keberadaan air mulai menurun baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Perilaku boros air bersih menyebabkan semakin banyak orang yang kehilangan akses terhadap air bersih. Banyak cara yang bisa dilakukan untuk menghemat air diantaranya dengan cara membatasi penggunaan air.

Secara tidak langsung aktivitas dalam kehidupan rumah tangga adalah salah satu fenomena kerusakan lingkungan hidup 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 kehidupan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Menyalurkan limbah rumah tangga ke alam bebas tanpa melalui proses pengolahan, akan membawa dampak buruk yang berkepanjangan bagi keberlangsungan hidup ekosistem.

Dalam pemakaian air sehari-hari manusia tidak pernah memperhatikan jumlah debit pemakaian air yang telah digunakan, inilah yang menjadi persoalan buat manusia karena tidak bisa memantau jumlah pemakaian air tersebut, sehingga semena-mena dalam pemakaian air dikarenakan tidak dapat mengontrol pemakaian air. Penghematan penggunaan air merupakan salah satu cara agar tidak terjadi krisis air dimasa yang akan datang. Karena apa yang diperbuat saat ini akan menentukan apa yang terjadi dimasa yang akan datang. Tidak ada seorangpun yang menginginkan suatu saat terjadi krisis air yang diakibatkan dari penggunaan air yang berlebihan. Potensi ketersediaan air di Indonesia pada tahun 2020 diperkirakan tinggal 1200 m³ /kapita/tahun dan hanya 35% yang layak dikelola, sehingga potensinya tinggal 400 m³ /kapita/tahun. Suatu angka yang mengkhawatirkan dan perlu diwaspadai agar tidak terjadi defisit air (Herlambang, 2006).

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Panuju dkk., (2021). Dimana pada penelitian ini, telah dilakukan penerapan strategi desain ramah lingkungan yaitu *eco-information*, pada sebuah mesin cuci 2 tabung sebagai produk yang banyak dipakai di dalam aktivitas rumah tangga di Indonesia. Tujuan dari modifikasi ini adalah agar pengguna menyadari jumlah konsumsi sumber daya secara langsung pada saat penggunaan, dan diharapkan memiliki kesadaran untuk mengurangi konsumsi berdasarkan keputusan si pengguna itu sendiri. Dari pengujian yang dilakukan, ditemukan bahwa modifikasi ini secara signifikan mempengaruhi konsumsi air yang dilakukan oleh para responden, namun tidak secara signifikan mempengaruhi konsumsi listrik. Kekurangan dalam penelitian ini adalah tidak ada yang mengukur seberapa besar peningkatan kesadaran pengguna terhadap lingkungan sebelum dan sesudah dimodifikasi.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk melakukan peningkatan modifikasi terhadap desain mesin cuci berbasis konsep *design for sustainable behaviour* dan menganalisis peningkatan kesadaran konsumen akan penggunaan air

hususnya cuci mencuci skala rumah tangga dengan cara penambahan desain pada mesin cuci yang berfungsi sebagai pemberi informasi penggunaan air.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk melakukan peningkatan terhadap modifikasi desain mesin cuci berbasis konsep *design for sustainable behaviour*.
2. Untuk menganalisis hubungan antara peningkatan kesadaran pengguna mesin cuci dengan penghematan sumber daya sebagai efek dari konsep *design for sustainable behaviour*.

1.3 Hipotesa

Hipotesa yang dirumuskan dalam penelitian ini yaitu:

1. Adanya eco-feedback device secara signifikan meningkatkan reduksi air.
2. Adanya eco-feedback device secara signifikan meningkatkan awareness pengguna.
3. Ada pengaruh yang positif antara peningkatan kesadaran pengguna dengan reduksi air.

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. Metode yang digunakan untuk mengobservasi hubungan antara volume air yang digunakan dengan tingkat kesadaran lingkungan yaitu metode eksperimen.

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.

LAMPIRAN

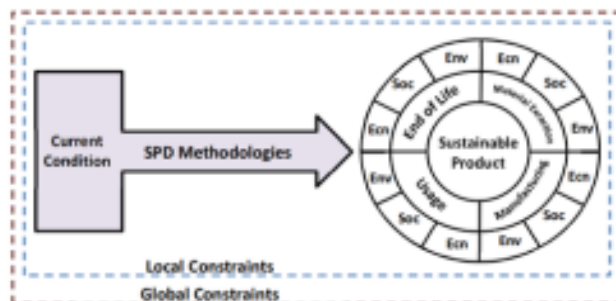
Lampiran berisikan data pelengkap hasil pengujian, foto perlengkapan selama penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Desain Produk Berkelanjutan

Konsep keberlanjutan merupakan tiga dimensi yang lingkungan, sosial dan ekonomi. Oleh karena itu, tujuan pengembangan produk yang berkelanjutan harus mencakup seluruh dimensi. Selanjutnya, dimensi-dimensi ini harus dipertimbangkan dalam kerangka perspektif siklus hidup yang terdiri dari ekstraksi material, manufaktur, penggunaan dan fase akhir masa pakai. Berdasarkan kerangka ini, para ahli telah merumuskan tujuan dalam proses desain produk, sebagai referensi bagi para desainer untuk mencapai tingkat keberlanjutan produk yang lebih tinggi.

Sementara aspek sosial dan ekonomi telah banyak digunakan dalam merancang produk selama beberapa dekade, aspek lingkungan relatif baru dalam prosesnya. Tantangan ditemukan dalam bagaimana mengintegrasikan pertimbangan lingkungan ke metode desain yang ada. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diskusi terkait topik ini telah dilakukan dari berbagai perspektif.



Gambar 1 SPD Metodologi dalam Mencapai Produk Keberlanjutan

Tabel 1 Konsep Desain Dalam Fase Siklus Masa Produk

Fase	Lingkungan	Sosial	Ekonomi
Ekstraksi Material	Dapat digunakan kembali; limbah tidak beracun	Bertanggung jawab pada dampak sosial; mematuhi kebijakan	Biaya rendah dari proses ekstraksi
Manufaktur	Proses pembuatan ramah lingkungan; pengolahan limbah; pengemasan yang ramah lingkungan	Bertanggung jawab pada dampak sosial; mematuhi kebijakan	Biaya rendah untuk pembuatan produk; biaya distribusi yang rendah
Penggunaan	Penghematan energi dan sumber alami; menggunakan energi terbarukan; tingkat emisi yang rendah	Keselamatan; kenyamanan; tingkat kebisingan rendah; dapat diandalkan; tanggung jawab etis; dampak social	Harga jual masuk akal; biaya operasional yang rendah; biaya pemeliharaan yang rendah
Fase Akhir	<i>Reusabilitas</i> tinggi; limbah tidak beracun; dapat di daur ulang	Bertanggung jawab pada dampak sosial; dampak social	Nilai ekonomis setelah penggunaan yang tinggi; biaya daur ulang yang rendah

(Sumber: Panuju dkk., 2021)

Dengan melihat Gambar 2.1, dapat memahami bahwa kriteria produk berkelanjutan terdiri dari banyak aspek yang harus diimplementasikan dalam konsep desain produk. Kendala mungkin ada untuk konsep desain tertentu atau lebih. Ini berarti bahwa untuk mengidentifikasi kendala, pertama-tama harus didefinisikan konsep desain mana yang signifikan untuk diskusi. Sementara konsep desain keberlanjutan untuk produk yang berbeda mungkin memiliki perbedaan, beberapa konsep serupa dari beberapa penelitian sebelumnya disajikan di sini untuk ilustrasi (Tabel 2.1). Konsep-konsep ini ditarik dan

dimodifikasi dari penelitian sebelumnya dengan berbagai produk sebagai objek.

Berikut merupakan tahapan metodologi *sustainable product development* (SPD):

1. Fase Ekstraksi Material

Fase ekstraksi material adalah fase bahan baku material diambil 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 sumberdaya 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 principal.

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.

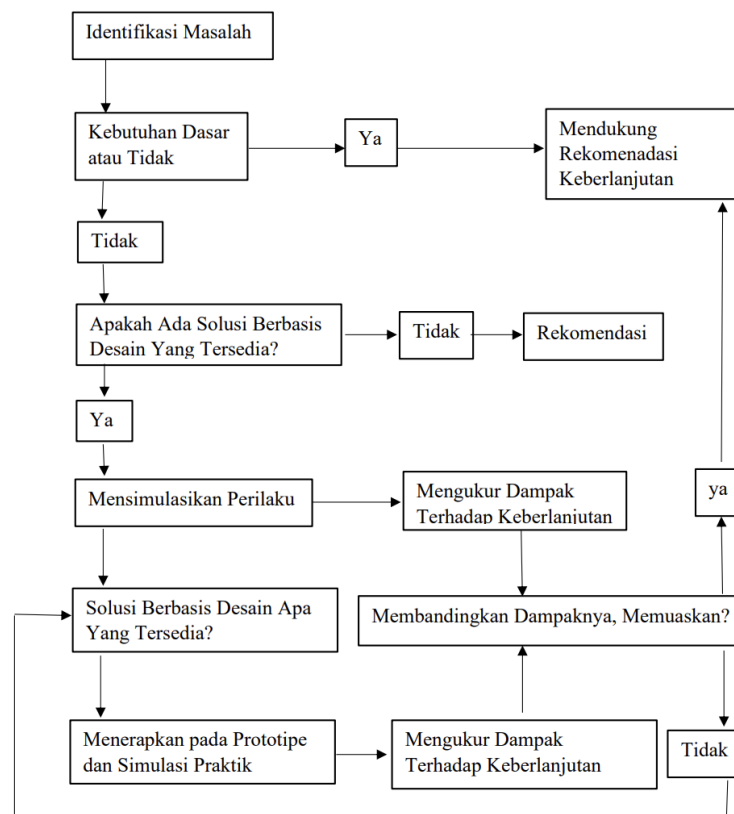
Oleh sebab itu jika dilihat dari setiap sudut pandang *sustainability* semakin tinggi kualitas produk maka prosesnya pun semakin baik seperti menggunakan proses yang ramah lingkungan. Kemudian pada pengolahan limbah yang baik dan pada proses pengepan juga dengan proses yang ramah lingkungan, seperti menggunakan plastik yang mudah terdekomposisi di tanah. Jika dipandang dari aspek sosial maka ketika di produksi tidak menyebabkan efek sosial yang negatif kemudian secara biaya manufakturing rendah (Panuju dkk., 2021).

2.2 Kerangka Perilaku Konsumen

Konsumen dan produk saling mempengaruhi. Evolusi produk telah menjadi tanda perubahan peradaban manusia dan juga dianggap sebagai petunjuk untuk menyelidiki tradisi suatu masyarakat. Penelitian juga menunjukkan bahwa desain produk memiliki peran dalam membentuk perilaku konsumen.

Namun, perilaku konsumen dalam berinteraksi dengan produk sudah ada selama hidupnya. Hubungan antara perilaku yang ada dalam masyarakat dan upaya perbaikan menuju keberlanjutan melalui desain produk disajikan pada

Gambar 2.2, sebagai kerangka yang diusulkan untuk diskusi lebih lanjut. Pada awal kerangka kerja, mengidentifikasi perilaku berbahaya bagi lingkungan dalam penggunaan produk tertentu dianggap penting. Dalam penelitian ini, perilaku konsumen kendaraan yang merusak lingkungan menjadi contoh. Selanjutnya, perilaku tersebut diklasifikasikan berdasarkan kepentingannya dalam memenuhi kebutuhan dasar konsumen. Sementara perilaku untuk memenuhi kebutuhan dasar dianggap sebagai faktor pendukung keberlanjutan, perilaku yang kurang penting harus dikurangi, karena akan menyebabkan pemborosan (Hamni dkk., 2021).



Gambar 2 Kerangka Korelasi Perilaku Desain BerkelanjutanKerangka Korelasi Perilaku Desain Berkelanjutan (Hamni dkk., 2021)

2.3 Perubahan Perilaku dan Intervensi Desain

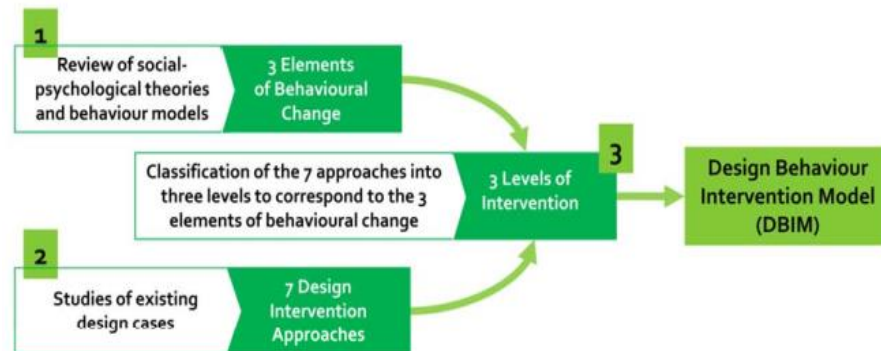
Analisis berbagai konsep desain yang ada menghasilkan pengembangan tujuh pendekatan intervensi perilaku. Berdasarkan tinjauan literatur yang komprehensif di berbagai bidang disiplin penyelidikan, model intervensi perilaku desain didirikan untuk menjembatani teori-teori sosial-psikologis perilaku dan pendekatan intervensi perilaku.

2.3.1 Pengembangan Model Intervensi Perilaku Desain

Teori-teori sosial-psikologis telah diterapkan secara luas di berbagai bidang dalam humaniora dan ilmu sosial untuk menjelaskan faktor-faktor penentu perubahan perilaku. Beberapa upaya telah dilakukan untuk menghubungkan teori-teori sosial-psikologis dengan domain desain berkelanjutan. Dengan latar belakang ini, literatur yang komprehensif di berbagai bidang disiplin penyelidikan ditinjau untuk mengungkap motivator sosial-psikologis di balik perilaku konsumen. Namun, tidak diketahui apa arti model ini bagi desainer ketika mereka menangani tugas desain untuk perilaku berkelanjutan. Dalam upaya untuk menjawab pertanyaan ini, sebuah model dikembangkan di mana perubahan perilaku dalam penggunaan produk, yang dimungkinkan melalui pendekatan desain pada tiga tingkat, diungkapkan secara eksplisit. Diharapkan untuk menunjukkan bagaimana desainer mengubah perilaku pengguna melalui mempengaruhi berbagai faktor perubahan perilaku.

Bab ini menguraikan pengembangan model multi-level. Tugas utama adalah untuk menyelidiki pendekatan intervensi perilaku yang ada dan bagaimana desainer menggunakannya dalam konteks yang berbeda. Analisis kasus desain yang ada mengidentifikasi skala intervensi dan menghasilkan pengembangan tujuh pendekatan untuk memfasilitasi Desain untuk Perilaku Berkelanjutan. Diskusi tentang kekuatan dan kelemahan dari pendekatan yang berbeda memungkinkan peneliti untuk mengungkap aliansi antara pendekatan yang diidentifikasi dan teori perilaku. Tujuh pendekatan intervensi perilaku diklasifikasikan ke dalam

tiga tingkatan yang sesuai dengan tiga elemen utama perubahan perilaku (panduan, pastikan dan pertahankan perubahan).



Gambar 3 Proses Pengembangan Model Intervensi Perilaku Desain (Tang, 2010)

2.3.2 Kasus Desain yang Ada dan Tujuh Pendekatan Desain

Tiga pendekatan potensial untuk mempengaruhi perilaku pengguna melalui desain produk: *eco-feedback* balik, kemudian perilaku dan teknologi persuasif. Studi penulis tentang kasus desain yang ada telah mengidentifikasi tujuh pendekatan intervensi perilaku yang dapat diterapkan dalam desain untuk mengurangi dampak penggunaan produk (Tang, 2010).

1. *Eco information*

Eco information yaitu menginformasikan berapa energi yang sudah dipakai.

Sifat energi yang tidak terlihat adalah penghalang paling mendasar untuk mengubah perumah tangga menjadi pengelola energi yang aktif. Tidak praktis untuk mengelola sesuatu yang tidak dapat dilihat atau diukur. Rutinitas konsumsi energi (habis) dapat dipahami ketika pengguna dapat melihat “bukti” konsumsi dengan mata kepala sendiri. Transparansi dalam estetika produk telah dikaitkan dengan gagasan “keramahan” alam dan lingkungan. Dalam hal desain untuk daya tahan, produk transparan dapat memperpanjang umur produk dalam arti “psikologis”, karena “rumah tertutup dari banyak produk elektronik melarang perbaikan saat terjadi kerusakan”.

Sebagai contoh: pola ubin pada kamar mandi menghilang ketika rutinas mandi dengan air panas berlebihan. Ubin kamar mandi dihiasi dengan pola tinta termokromik yang beraksi terhadap panas. Semakin lama penggunaan air panas maka pola ubis semakin memudar yang menginformasikan penggunaan air atau energi semlama mandi, ini sebagai pengingat penggunaan energi.



Gambar 4 Pola Ubin Menghilang
(Tang, 2010)

2. *Eco choise*

Eco choise yaitu produk yang memberi pilihan pengguna untuk memilih untuk menjadi ramah lingkungan atau tidak, dimana 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.



Gambar 5 Mesin Dengan Eco-button
(Tang, 2010)

3. *Eco feedback*

Eco feedback yaitu produk yang menyediakan informasi umpan balik langsung ketika pengguna berinteraksi dengan produk/sistem pada saat penggunaan sumber daya, energi. Sebagai contoh: setrika dengan teknologi *thermocolour* yang memberikan informasi kepada pengguna ketika suhu terlalu panas maka lampu pada setrika akan menyala.



Gambar 6 Setrika *Thermocolour*
(Tang, 2010)

4. *Eco spur*

Eco spur yaitu dimana desain memberi hadiah atau hukuman ketika perilaku konsumen 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.



Gambar 7 *Flower Lamp*
(Tang, 2010)

5. *Eco steer*

Eco steer yaitu produk yang desainya seolah-olah tidak nyaman dipandang. Sebagai contoh: saklar lampu yang ketika dihidupkan seakan tidak enak dipandang mata, maka dari itu pengguna cenderung untuk mematikan saklar.



Gambar 8 *puzzle switch*

(Tang, 2010)

6. *Eco technical intervention*

Eco technical intervention yaitu dimana 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 ketika terisi penuh.



Gambar 9 *charger* ponsel

(Tang, 2010)

7. Desain Yang Cerdas

Desain yang cerdas menjamin bahwa tujuan mengurangi tekanan lingkungan dapat tercapai. Sebagai contoh: Integrasi toilet dan wastafel. Untuk menurunkan total penggunaan air kamar mandi, mengintegrasikan kombinasi toilet, wastafel dan keran untuk menggunakan air limbah dari wastafel untuk menyiram toilet.

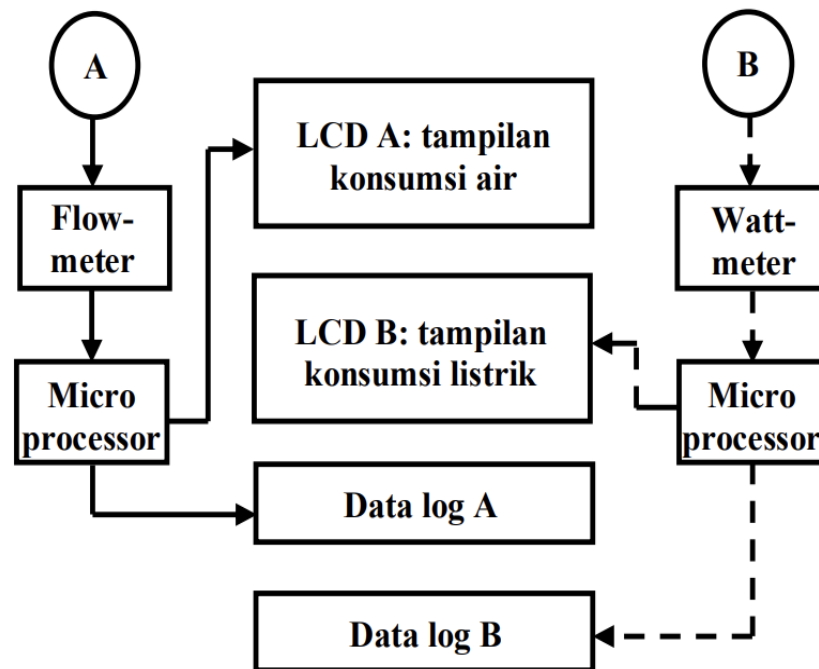


Gambar 10 Integrasi toilet dan wastafel
(Tang, 2010)

2.4 Eksperimen DfSB di Indonesia dan Metode Analisisnya

sebuah studi dilakukan oleh Panuju dkk (2021) dengan melakukan modifikasi terhadap mesin cuci 2 tabung. Modifikasi yang dilakukan cukup sederhana, yaitu dengan menambahkan unit tersendiri di luar unit mesin cuci, sebuah 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 saat mencuci, berapa sumber daya yang telah dipergunakan selama melakukan aktivitas. Artinya ada penambahan wawasan pengguna melalui alat ini terkait

isu lingkungan, dan respon dari pengguna akan bergantung pada pemahaman, nilai dan kebiasaan sebagaimana telah dibahas sebelumnya.



Gambar 11 Diagram Blok Unit Modifikasi Pada Mesin Cuci

(Panuju dkk., 2021)

Tabel 2 Hasil Pengujian

Participants	Education before experiment activity	Mode in A1	Water usage [liter]			Electricity usage [kWh]		
			A1	A2	A3	A1	A2	A3
1	None	t	142	153	40	0.17	0.17	0.07
2	None	t	68	68	19	0.12	0.12	0.03
3	None	h	94	100	34	0	0	0.07
4	None	t	40	20	35	0.04	0.03	0.05
5	None	m	113	100	35	0.05	0.05	0.06
6	None	h	41	40	19	0	0	0.03
7	Yes	m	169	119	40	0.06	0.05	0.07
8	Yes	h	100	37	38	0	0	0.06
9	Yes	h	49	21	20	0	0	0.03
10	Yes	t	168	156	40	0.19	0.18	0.07
11	Yes	h	351	132	40	0	0	0.08
12	Yes	t	102	76	39	0.16	0.15	0.07

Keterangan:

H : Responden mencuci hanya menggunakan tangan saja

T : Responden mencuci dengan menggunakan mesin cuci 2 tabung

M :Responden mencuci dengan menggunakan mesin cuci 2 tabung dan menggunakan tangan saja

A1: Responden mencuci seperti kegiatan sehari-hari tanpa melihat LCD

A2: Responden mencuci seperti kegiatan sehari-hari sambil melihat konsumsi air pada LCD

A3: Responden mencuci menggunakan jenis mesin cuci *front loading*

Dari pengujian yang dilakukan, ditemukan bahwa modifikasi ini secara signifikan mempengaruhi konsumsi air yang dilakukan oleh para responden, namun tidak secara signifikan mempengaruhi konsumsi listrik. Penerapan beberapa strategi lainnya dalam satu produk di masa yang akan datang direkomendasikan untuk mencapai level kesadaran pengguna yang lebih tinggi, sehingga diharapkan bisa lebih efektif dalam menekan dampak lingkungan pada proses pemakaian produk rumah tangga seperti mesin cuci (Panuju dkk., 2022).

Sebagai analisis tambahan, maka fenomena ini perlu ditinjau dari sisi teori perilaku untuk mendapatkan sudut pandang yang lengkap. Namun dalam eksperimen di atas hal ini belum dilakukan terhadap responden, hanya saja konsep ini dapat dijadikan catatan untuk perbaikan studi di masa yang akan datang. Tinjauan ini dapat dilakukan melalui perspektif sikap, faktor sosial dan faktor emosi. Dan lebih jauh, ketiga faktor ini dijabarkan lagi ke dalam pertanyaan-pertanyaan yang dapat diajukan kepada responden setelah eksperimen selesai dilakukan. Contoh pertanyaan berdasarkan masing-masing faktor dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 3 Eksplorasi Motif Responden

Faktor	Tema	Sub-tema	Pertanyaan
Sikap	Pemahaman	Isu lingkungan: penggunaan air	Apakah selama ini responden mengetahui berapa konsumsi air rata-

			rata yang digunakan saat mencuci?
			Apakah responden memahami bahwa pemborosan air saat mencuci merupakan aktivitas yang merugikan lingkungan?
		Isu lingkungan: penggunaan listrik	Apakah selama ini responden mengetahui berapa konsumsi listrik rata-rata yang digunakan saat mencuci?
			Apakah responden memahami bahwa pemborosan air saat mencuci merupakan aktivitas yang merugikan lingkungan?
	Keyakinan	-	Apakah responden memiliki keyakinan bahwa pakaiannya hanya akan bersih dengan jumlah air tertentu?

Sosial	Norma	-	Apa pendapat keluarga / masyarakat terkait cara mencuci yang baik?
Emosi	Emosi	-	Apa yang responden rasakan saat melihat konsumsi air dan listrik yang ditampilkan pada LCD?
Kebiasaan	Kebiasaan	-	Kebiasaan apa yang berlawanan dengan adanya modifikasi ini?

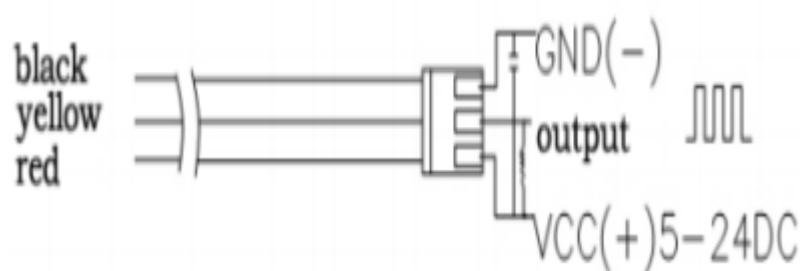
(Sumber: Panuju dkk., 2021)

Sebagai analisis kualitatif, maka pertanyaan-pertanyaan di atas dapat dilontarkan sebagai pertanyaan terbuka, namun untuk analisis kuantitatif, maka pertanyaan dapat diubah ke dalam skala prioritas menggunakan skala likert. Pertanyaan-pertanyaan tersebut merupakan beberapa contoh metode penggalian tentang faktor-faktor pembentuk perilaku yang berkaitan dengan modifikasi desain produk, dan masih amat memungkinkan untuk ditambah, sesuai dengan analisis peneliti untuk mencapai tujuan tertentu (Panuju dkk., 2021).

2.5 Sensor Flow Water

Secara umum sensor di definisikan sebagai jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada

saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Air dari PDAM disalurkan ke rumah-rumah pelanggan melalui pipapipa penyalur dengan kecepatan tertentu. Air PDAM mengalir melalui suatu luasan penampang sehingga digunakan sensor debit air dalam sistem ini. Debit merupakan volume fluida yang mengalir per satuan waktu. Sensor flow water merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir pada pipa pelanggan. Sensor flow water terdiri dari bagian katup plastik (*valve body*), rotor air dan sebuah sensor *half effect*.

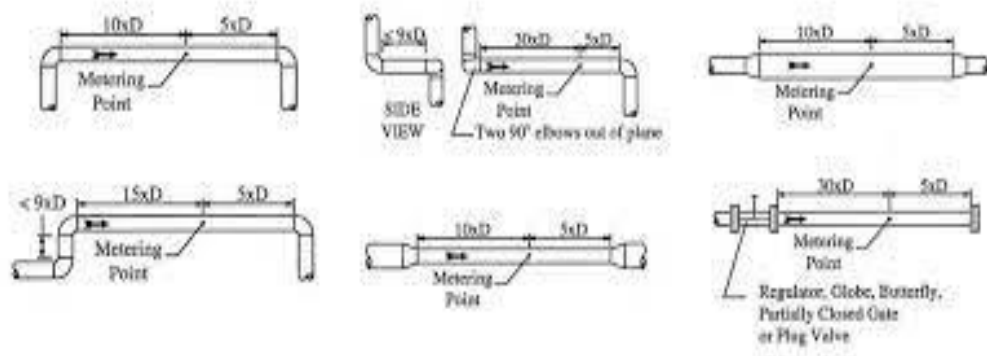


Gambar 12 Sensor *hall effect*
(Suharjono dkk., 2016)

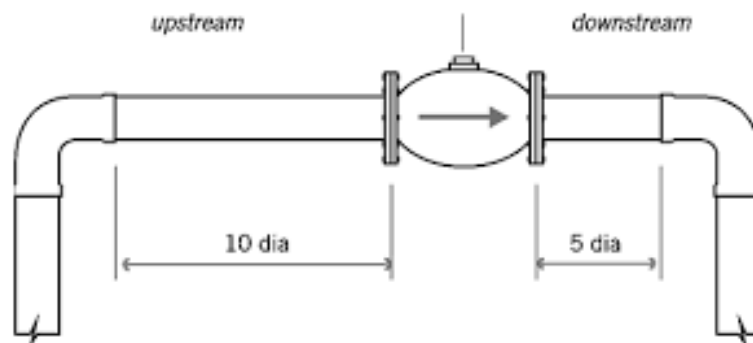
Ketika air mengalir melalui rotor maka rotor akan berputar dan kecepatan dari rotor akan sesuai dengan aliran air yang masuk melewati rotor. Pulsa sinyal dari rotor akan diterima oleh sensor *hall effect* untuk selanjutnya diproses di mikrokontroller. Sensor *Hall effect* merupakan salah satu transduser 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. Efek hall terjadi ketika konduktor pembawa arus tertahan pada medan magnet, medan memberi gaya menyamping pada muatan-muatan yang mengalir pada konduktor. Pada setiap perubahan medan magnet yang terjadi akan dideteksi oleh hall effect, dimana perubahan kutub utara dan selatan akan dapat memberikan input pada hall effect dan menghasilkan output berupa pulsa transisi turun (aktif low). Konfigurasi pin-pin hall effect dapat terlihat pada gambar 2.11 (Suharjono dkk., 2016).

2.6 Instalasi Flow Meter

Sesuai dengan persyaratan instalasi, panjang minimal pipa sepuluh (10) kali diameter lurus pipa untuk pipa aliran *upstream* (aliran sebelum masuk flow meter) dan minimal lima (5) kali diameter lurus pipa untuk pipa aliran *downstream* (aliran setelah masuk *flow meter*) (Asyari, 2014).



Gambar 13 Instalasi Flow Meter Pada Pipa Lurus Dengan Berbagai Variasi (Asyari, 2014)

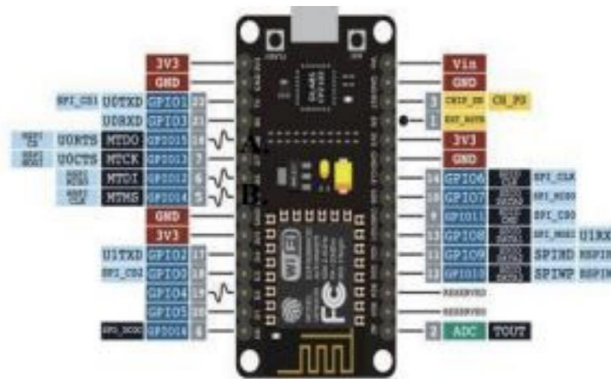


Gambar 14 Instalasi Flow Meter Pada Pipa Lurus Sesuai Standar (Asyari, 2014)

2.7 NodeMCU ESP8266

ESP8266 merupakan mikrokontroler yang mempunyai fasilitas koneksi *WIFI*. Karena merupakan mikrokontroler, modul ESP8266 ini mempunyai prosessor dan memory, yang dapat diintegrasikan dengan sensor dan aktuator melalui pin GPIO. Modul ini mempunyai fitur seperti mendukung standar IEEE 802.11 b/g/n, bisa digunakan untuk WiFi direct (P2P), AccesPoint soft-AP, mempunyai

RAM 81 Mb dan Flash memory 1Mb, kecepatan hingga 160 MHz, serta daya keluaran sebesar 19.5 dBm (Tsaukil dkk., 2016).



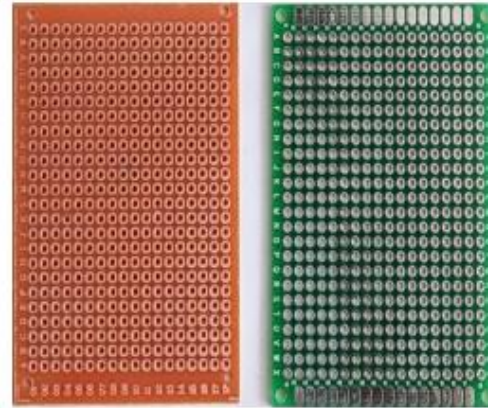
Gambar 15 *Pinout* NodeMCU ESP8266
(Tsauki dkk., 2016)

2.8 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.

Printed circuit board (PCB) digunakan dalam berbagai aplikasi rancangan elektronika, mulai yang paling sederhana hingga yang kompleks. Misalnya penggunaan pada rangkaian lampu, radio, hingga pada komputer dan handpone yang memiliki PCB. Jadi secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa fungsi PCB berfungsi sebagai komponen penopang komponen ektronika yang dapat

digunakan menjadi satu kesatuan yang membentuk rangkaian dan dapat digunakan dalam berbagai kegunaan (Darmawan, 2020)



Gambar 16 *Printed Circuit Board (PCB)*
(Darmawan, 2020)

2.9 LCD (Liquid Crystal Display)

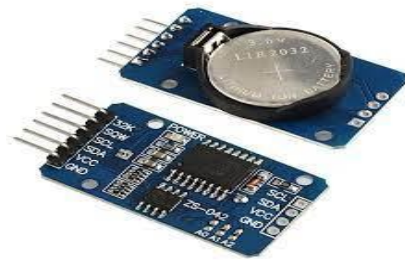
LCD merupakan suatu jenis penampil (display) yang menggunakan Liquid Crystal sebagai media refleksinya. LCD juga sering digunakan dalam perancangan alat berbasis microcontroller. LCD juga berfungsi untuk menampilkan suatu nilai atau teks hasil sensor serta menampilkan menu pada aplikasi microcontroller. Tergantung pada perintah yang ditulis pada mikrokontroler (Rismawan, 2020).



Gambar 17 LCD 2 x 16 Karakter
(Rismawan, 2020)

2.10 Real Time Clock (RTC)

RTC (Real time clock) merupakan sebuah perangkat yang dapat menerima dan menyimpan data realtime berupa dekripsi waktu, seperti hari, tanggal, bulan, dan tahun. Secara otomatis, RTC mampu menyimpan seluruh data waktu, hari, tanggal, bulan dan tahun, hingga perbedaan bulan yang memiliki 30 hari ataupun 31 hari (Rahardjo, 2021).



Gambar 18 *Real Time Clock*

(Rahardjo, 2021)

2.11 Uji-t Berpasangan

Uji t sampel berpasangan digunakan apabila dua kelompok sampel saling berhubungan. Ciri-ciri yang paling sering ditemui pada kasus data yang berpasangan adalah satu individu (objek penelitian) mendapat dua buah perlakuan yang berbeda. Meski menggunakan individu yang sama, peneliti tetap memperoleh dua macam data sampel, yaitu data dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua. Hipotesis dari kasus ini dapat ditulis (Animar, 2020):

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

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

Berikut merupakan rumus uji t berpasangan:

$$t_{hitung} = \frac{\frac{\sum D}{n}}{\frac{Sd}{\sqrt{n}}}$$

Nilai standard deviasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left\{ \sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n} \right\}}$$

Keterangan:

t = nilai t hitung

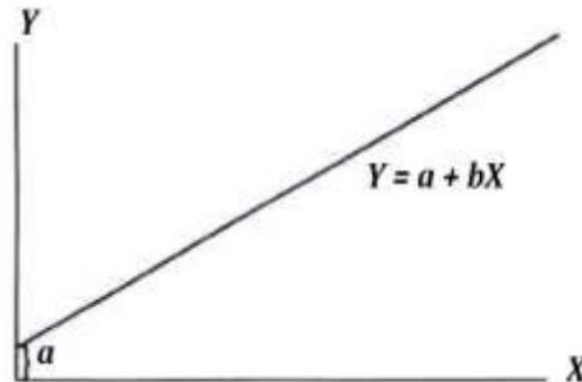
D = rata-rata selisih perlakuan 1 dan 2

SD = standar deviasi selisih perlakuan 1 dan 2

n = jumlah sampel

2.12 Persamaan Regresi Linier Sederhana

Persamaan regresi linier sederhana merupakan suatu model persamaan yang menggambarkan hubungan satu variabel bebas/ predictor (X) dengan satu variabel tak bebas/ response (Y), yang biasanya digambarkan dengan garis lurus, seperti disajikan pada Gambar 2.18 (Yuliara, 2016).



Gambar 19 Ilustrasi Garis Regresi Linier

(Yuliara, 2016)

Persamaan regresi linier sederhana secara matematik diekspresikan oleh:

$$\hat{Y} = a + bX$$

Diketahui :

\hat{Y} = garis regresi/ variable response

a = konstanta (intersep), perpotongan dengan sumbu vertikal

b = konstanta regresi (slope)

X = variabel bebas/ predictor

Besarnya konstanta a dan b dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n}$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

yang mana n = jumlah data

3.2 Alat dan Bahan

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

1. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. *Flow Meter*

Flow meter merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur banyaknya aliran fluida. *Flow meter* sendiri digunakan sebagai media mengukur berapa banyaknya air yang digunakan.



Gambar 20 *Flow Meter*

b. NodeMCU ESP8266

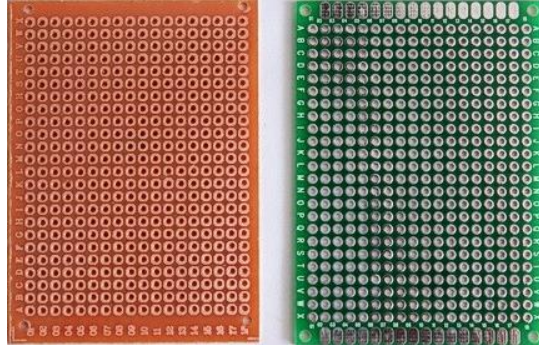
ESP8266 microcontroller yang digunakan sebagai otak dari pengendalian alat.



Gambar 21 NodeMCU ESP8266

c. *Printed Circuit Board (PCB)*

PCB digunakan sebagai tempat penghubung jalur konduktor dan penyusunan letak komponen-komponen elektronika.



Gambar 22 *Printed Circuit Board (pcb)*

d. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD digunakan untuk media penampil banyaknya konsumsi air saat proses mencuci.



Gambar 23 *Liquid Crystal Display (LCD)*

e. *Real Time Clock (RTC)*

RTC digunakan sebagai modul penghitung waktu.



Gambar 24 *Real Time Clock (RTC)*

f. Mesin Cuci 2 Tabung

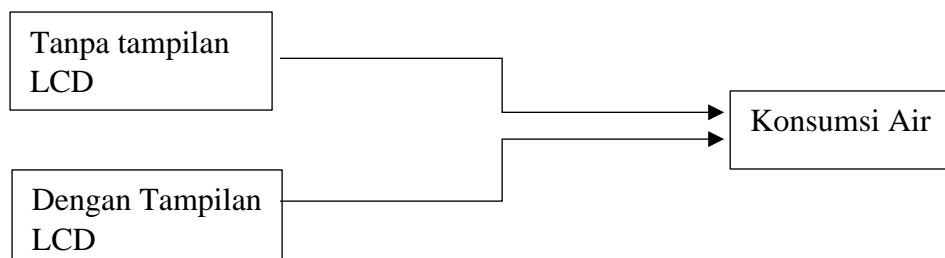
Mesin cuci dua tabung digunakan sebagai media proses mencuci responden.



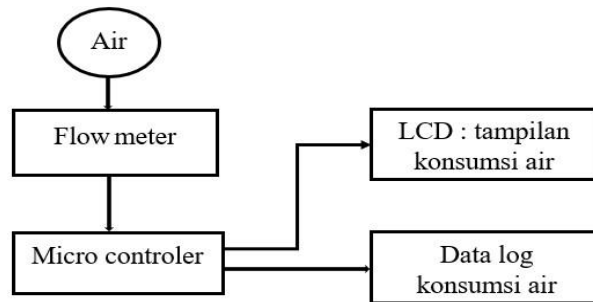
Gambar 25 Mesin Cuci 2 Tabung

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 dan listrik pada saat proses pencucian. Unit ini berfungsi untuk menghitung serta menampilkan jumlah air dan listrik yang dikonsumsi kepada pengguna. Skema unit yang direncanakan dapat dilihat pada gambar 3.6 dan gambar 3.7 di bawah ini.



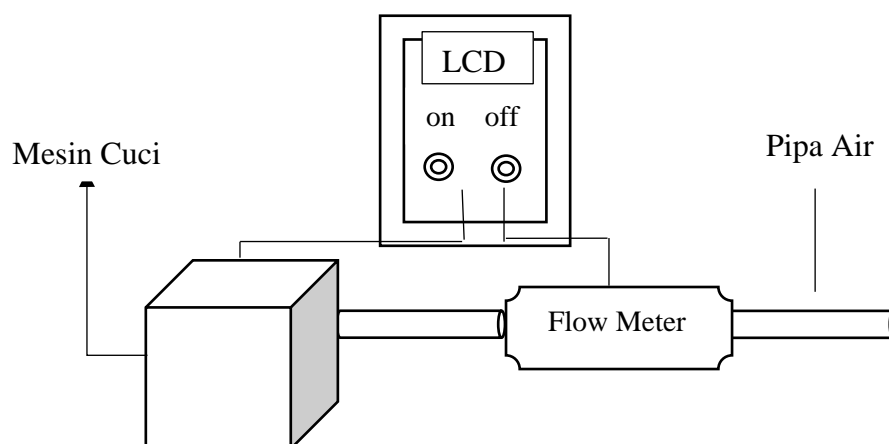
Gambar 26 Kerangka Pemikiran



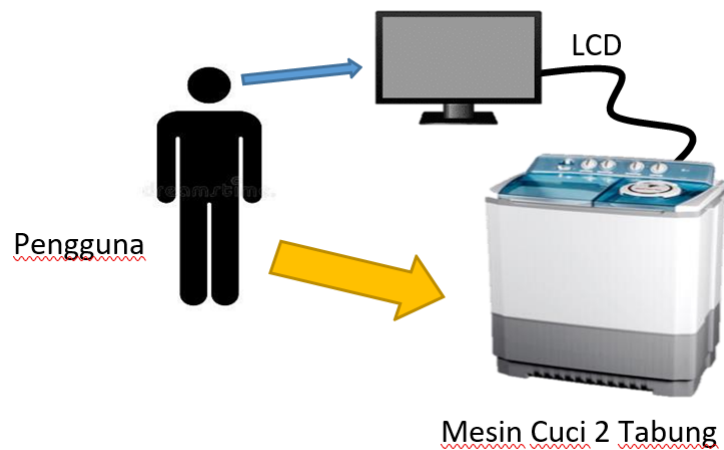
Gambar 3.7 Diagram blok modifikasi pada mesin cuci

Langkah pengujian:

1. Menyiapkan 24 orang responden dengan profil yang sama untuk melakukan dua kali proses pencucian.
2. Memberikan tutorial kepada responden.
3. Responden mengisi pretest tentang kebiasaannya sehari-hari ketika mencuci dan terkait isu terhadap lingkungan.
4. Responden melakukan pencucian dengan unit mesin cuci tanpa unit modifikasi dihidupkan (LCD dalam kondisi *off*).
5. Responden melakukan pencucian dengan unit modifikasi dalam kondisi hidup (LCD on).
6. Responden mengisi *post test* setelah selesai melakukan pengujian.



Gambar 27 Mekanisme Penelitian



Gambar 28 Penerapan DfSB – Informasi pada Mesin Cuci

(Panuju dkk., 2021)

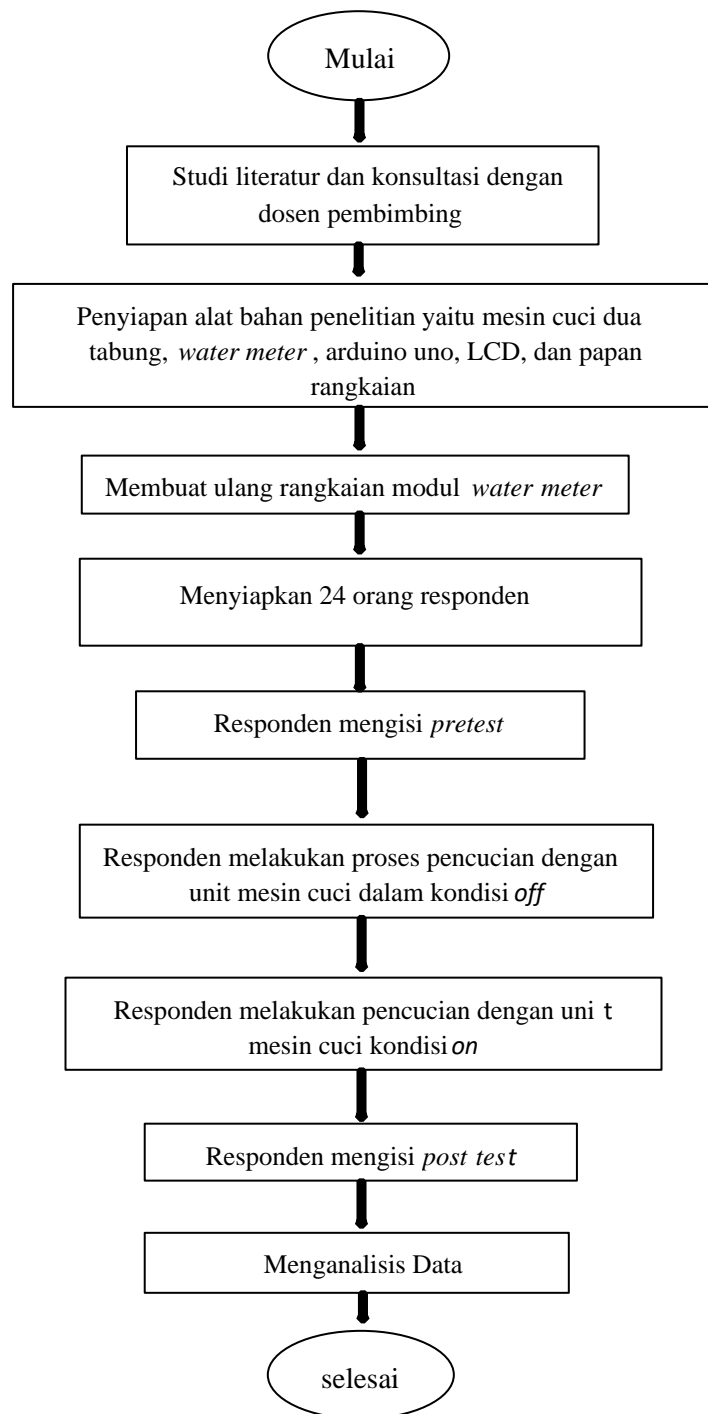
Skala Tingkat Kepedulian:

- 1 = Sangat Tidak Peduli
- 2 = Cukup Tidak Peduli
- 3 = Peduli
- 4 = Cukup Peduli
- 5 = Sangat Peduli

No	Pernyataan	Pengkuran Skala (1-5)	
		Sebelum	Sesudah
1	Saya mengetahui bahwa kegiatan saya mencuci pakaian sebagaimana saya lakukan pada biasanya akan memberikan dampak negative pada lingkungan		
2	Saya mengetahui bahwa ada cara lain yang lebih ramah lingkungan untuk mencuci pakaian		
3	Saya mengetahui bahwa ada mesin / alat lain yang dapat membantu untuk lebih ramah lingkungan dalam mencuci pakaian		
4	Saya merasa tidak enak dikarenakan dampak lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas mencuci saya		
5	Saya merasa kecewa / sedih / terkejut karena ternyata aktivitas mencuci pakaian saya menyebabkan dampak tidak baik terhadap lingkungan		

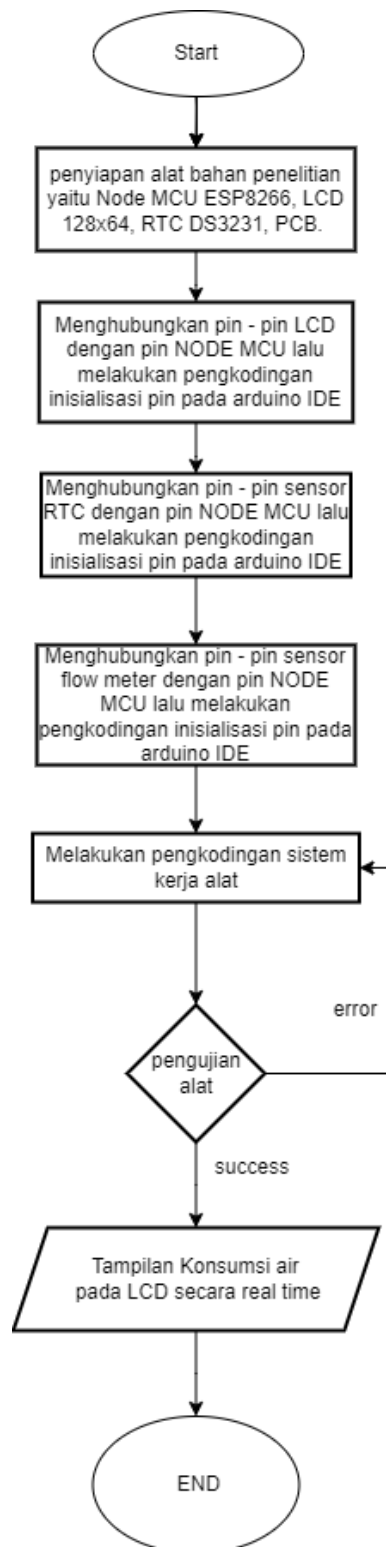
6	Saya merasa khawatir terhadap dampak lingkungan secara jangka panjang dari aktivitas yang dilakukan		
7	Saya merasa senang jika aktivitas mencuci pakaian saya lebih ramah lingkungan		
8	Saya bersedia untuk bersikap lebih hemat air saat melakukan pencucian pakaian di masa yg akan datang		
9	Saya bersedia untuk mengadakan mesin atau alat bantu cuci yang bisa mendukung bersikap lebih ramah lingkungan jika tersedia dan berkemampuan, walaupun artinya memberikan investasi lebih banyak		

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 29 Diagram Alir Penelitian

3.5 Flow Chart Alat



Gambar 30 *Flow Chart* Alat

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan berdasarkan tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Telah diproduksi ulang modul water flow meter dengan mengganti layar LCD yang lebih besar untuk visualisasi penggunaan konsumsi air dan membuat wadah yang lebih kokoh berbahan akrilik untuk meningkatkan experience pengguna dengan keakurasian alat sekitar 99%.
2. Dari pengujian yang dilakukan, ditemukan bahwa modifikasi ini secara signifikan mempengaruhi peningkatan *awareness* pengguna kemudian mempengaruhi perubahan perilaku menjadi ramah lingkungan. Dari ketiga aspek *awareness* yang diuji menggunakan persamaan regresi, aspek conative adalah yang mengalami peningkatan paling besar yaitu sebanyak 2,73%. Rendahnya nilai R^2 pada setiap model dikarenakan kurangnya edukasi terhadap penggunaan konsumsi air yang digunakan ketika proses mencuci dan kurangnya edukasi terkait dengan pentingnya isu lingkungan.

5.2 Saran

Adapun saran yang didapat setelah melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya melakukan penelitian pada skala rumah tangga, agar mengetahui efektivitas modifikasi pada mesin cuci ketika digunakan sehari-hari.
2. Diharapkan adanya sosialisasi edukasi tentang isu lingkungan dan penghematan air bersih agar lebih bijak dalam penggunaan air bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Animar, A., & Wulandya, S. A. (2020). Studi Dampak Covid-19 Terhadap Hasil Belajar Geografi di SMA Negeri 1 Sikur. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 4(2), 231-239.
- AsyAri, M. K. (2014). *Kalibrasi flow meter dalam aliran fluida pada sistem manifold* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Dermawan I.A. 2020. Faktor Faktor Kegagalan Pemasangan Chip Pada Papan PCB Menggunakan Mesin Chip Mounter. Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang
- Hamni, A., Panuju, A. Y. T., & Ambarwati, D. A. S. (2021, April). Understanding consumers' behaviour for reducing environmental and social impact through sustainable product design—A Study case of vehicles usage in Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 739, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- Herlambang, A. (2006). Pencemaran air dan strategi penggulungannya. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1).
- Laitala, K., Klepp, I.G., Kettlewell, R., Wiedemann, S. (2020) Laundry care regimes: do the practices of keeping clothes clean have different environmental impacts based on the fibre content? *Sustainability*, 12
- Panju, A. Y. T., Martinus, M., Riszal, A., & Kobayashi, H. (2022). Sustainable Design Implementation—Measuring Environmental Impact and User Responsibility. *International Journal of Automation Technology*, 16(6), 814-823.

- Panuju, Y., Suudi, A., & Ibrahim, G. (2021). Identifying Constraints Of Sustainable Product Development In Indonesia. *International Journal of scientific and technology research*, 10(4), 343-349.
- Rahardjo, P. (2021). Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1).
- Rismawan E, Sulistianti S, Trisanto A. 2012. Rancang Bangun Prototype Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Suharjo, A., Rahayu, L. N., & Afwah, R. (2016). Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang. *TELE*, 13(1).
- Tang, T. (2010). *Towards sustainable use: design behaviour intervention to reduce household environment impact* (Doctoral dissertation, Loughborough University).
- Tsauqi A.K, El M.H, Manuel I, Hasan V.M, Tsalsabila A, Chandra F, Yuliana T, Tarigan P, Irzaman. 2016. Kontrol Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smarthphone. Fisika FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yuliara, I. M. (2016). Regresi linier sederhana. *Regresi Linier Sederhana*, 13.