

PERANCANGAN ALAT PENGUMPUL JELAGA DI KENDARAAN BERODA EMPAT

Vanessa William¹, David Widyanto²

^{1,2}Product Design, School of Design
Universitas Pelita Harapan
E-mail: vnssw20@gmail.com

ABSTRAK

Jelaga atau PM 2.5 merupakan salah satu partikel polusi yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna dari mesin pembakaran yang biasa digunakan pada kendaraan bermotor. Pada masa ini di kota metropolitan seperti Jakarta, konsentrasi jelaga di udara terus meningkat sehingga mengancam kesehatan manusia dan keseimbangan lingkungan. Faktor-faktor utama yang menyebabkan peningkatan konsentrasi jelaga di Jakarta adalah peningkatan jumlah kendaraan bermotor sebagai alat transportasi sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat pengumpul jelaga yang mudah digunakan dan dipasang ke kendaraan bermotor serta efisien dalam ekstraksi jelaga. Penulis merancang produk ini juga bertujuan untuk mengurangi jelaga di udara dan membantu mengajak masyarakat terlibat dalam proses tersebut. Dalam proses perancangan, penulis melakukan studi literatur, observasi pada knalpot kendaraan bermotor, mencari data statistik, menyusun analisa permasalahan, dan eksperimen. Data-data yang terkumpul kemudian diuji berdasarkan beberapa prinsip desain sehingga menghasilkan solusi yang ideal. Studi ini merupakan pengembangan prototype pertama yang masih dalam tahap pengembangan dan produk yang dirancang oleh penulis berhasil menarik perhatian calon pengguna dari segi konsep dan eksekusi desain.

Kata kunci: jelaga, knalpot, kendaraan beroda empat, tinta, kendaraan bermotor

ABSTRACT

The Design of Soot Collecting Device in Four-Wheeled Vehicles. Soot or PM 2.5 is one of the polluting particles that results from incomplete combustion in combustion engines of motorized vehicles. At this time in a metropolitan city such as Jakarta, the concentration of soot in the air continues to increase, threatening human health and environmental balance. The main factor causing the increase in soot concentration in Jakarta is the increase in the number of motorized vehicles as a means of daily transportation. This study aims to design a soot collecting device that can be attached to motorized vehicles, easy to use, and efficient in soot extraction. that is easy to use and attach to motorized vehicles and efficient in soot extraction. The product designed by the author also aims to reduce the amount of soot in the air and help getting people involved in the process. In the design process, the author conducted a literature study, observed motor vehicle exhausts, collected statistical data, compiled a problem analysis, and conducted several experiments. The collected data are then tested based on several design principles to produce an ideal solution. Even though it is far from perfect, the product designed by the author has succeeded in attracting the attention of potential users in terms of design concept and execution.

Keywords: soot, exhaust, four-wheeled vehicle, ink, motorized vehicle

1. Pendahuluan

Polusi udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan. Substansi tersebut dinamakan polutan yang umumnya dihasilkan melalui aktivitas manusia dan sumber alami dimana memiliki berbagai bentuk berupa gas, partikel padat, atau tetesan cairan.

Polusi udara paling umum terjadi di kota urban, seperti Jakarta, cenderung memiliki lebih banyak polusi dibandingkan di pedesaan. Sumber utama polusi udara di Indonesia berasal dari aktivitas transportasi khususnya kendaraan beroda empat. Menurut BPS (Badan Pusat Statistik), jumlah kendaraan beroda empat khususnya kendaraan pribadi dari tahun 2016 sampai 2018 mengalami peningkatan sekitar 6.19% per tahunnya (BPS, n.d.). Meningkatnya jumlah mobil pribadi setiap tahunnya juga berdampak pada kadar polusi udara di Jakarta.

Polutan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor merupakan karbon monoksida, nitrogen oksida, jelaga, senyawa organik yang mudah menguap (VOCs), sulfur dioksida, dan gas rumah kaca. Salah satu partikel yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia merupakan PM 2.5 atau jelaga. Ukuran partikel ini bukan hanya tidak mudah dilihat dengan mata telanjang namun juga mudah masuk ke dalam tubuh manusia yang dapat mengganggu sistem pernafasan serta meningkatkan risiko gangguan paru-paru. Menurut *World Health Organization (WHO)* salah satu faktor penyebab kematian yang paling banyak berasal dari polusi udara, mencapai 7 juta kasus kematian.

Pada proyek ini akan membahas proses "Perancangan Alat Pengumpul Jelaga di Kendaraan Beroda Empat." Beberapa percobaan dilakukan untuk menemukan bahan yang paling cocok sebagai bahan filter yang relevan dengan kebutuhan pasar dan rasio resep tinta yang sempurna untuk memproses jelaga menjadi tinta. Karakteristik yang penting untuk filter penyaringan jelaga termasuk ketahanan panas yang tinggi, kemampuan penyaringan jelaga yang baik, dan daya

tahan bahan yang baik untuk penggunaan di luar reagan. Selain itu, beberapa penelitian juga digunakan sebagai dasar dari proyek ini.

2. Metode

Proses perancangan diawali dengan pencarian topik dan fakta pendukung, yang kemudian digunakan sebagai dasar rancangan produk. Pengumpulan data primer dan sekunder juga dilakukan untuk mengidentifikasi dan mencari solusi permasalahan.

Data Primer diperoleh dengan melakukan observasi, eksperimen, dan eksplorasi. Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan pribadi dan pengukuran knalpot pada 5 jenis mobil yang berdasarkan dari data 5 mobil terlaris di Indonesia dari tahun 2015 hingga 2020 yang bersumber dari Gaikindo. Variabel yang diamati adalah diameter knalpot, jarak antara knalpot dengan bumper belakang mobil, dan bentuk knalpot.

Eksplorasi dan uji coba resep tinta. Eksplorasi tinta dilakukan dengan mencampur jelaga dengan bahan-bahan tinta. Tinta yang sudah dicampur kemudian diuji dari pigmentasi, kehalusan cairan, konsistensi tinta, hasil setelah pemakaian serta kemudahan penulisan yang digunakan untuk menemukan rasio resep tinta yang sempurna. Eksperimen *dummy*. *Dummy* alat pengumpul jelaga dibuat dengan menyesuaikan data-data pendukung lainnya dan ukuran knalpot pada objek eksperimen yaitu mobil Toyota Kijang Innova 2009 Bensin. Uji coba *dummy* dilakukan dengan menggunakan tiga jenis filter untuk menemukan filter yang paling baik dan cocok yang dapat menyaring jelaga. Selain itu, eksperimen ini juga mengamati berapa gram jelaga yang dapat dikumpulkan berdasarkan dari jarak tempuh dari odometer.

Data yang dilakukan dalam studi literatur membahas (1) Jelaga (definisi, struktur jelaga, asal-usul jelaga, dampak jelaga terhadap kesehatan dan lingkungan, data kualitas udara di Indonesia); (2) Filter (pengertian, mekanisme, jenis-jenis atau klasifikasi filter); (3) Grafit (pengertian, aplikasi grafit, struktur grafit, korelasi jelaga dan grafit); (4) Data ergonomi (posisi kerja, antropometri tangan); (5) Mesin empat tak (prinsip kerja mesin empat

tak); (6) Data kendaraan beroda empat di Indonesia tahun 2016-2018; (7) Data lima mobil terlaris di Indonesia tahun 2015-2020.

Eksplorasi, eksperimen, pengamatan, analisa masalah, penelitian, dan data pendukung digunakan sebagai dasar dari proyek pada proses desain. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan konsep, sketsa ide, sketsa alternatif, desain akhir, dan pembuatan prototipe.

3. Hasil dan Pembahasan

Observasi Knalpot Kendaraan

Kendaraan berperan sangat penting dalam kehidupan manusia sebagai alat transportasi. Sebagian besar kendaraan yang menggunakan mesin bermotor pada umumnya menggunakan bahan bakar bensin untuk mengoperasikan dengan proses pembakaran. Tindakan pembakaran bahan bakar menghasilkan partikel jelaga yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan mengganggu keseimbangan alam. Seiring waktu jumlah kendaraan beroda empat meningkat setiap tahunnya dan menurut Badan Pusat Statistik (BPS) terdapat peningkatan rata-rata sebesar 6.19% setiap tahunnya.

Berikut data statistik lima mobil terlaris di Indonesia dari tahun 2015 hingga 2020 yang bersumber dari Gaikindo, lima jenis mobil setiap mobil digunakan sebagai data representatif untuk mengetahui total unit yang terjual setiap tahunnya. Menurut data, ada peningkatan yang stabil dalam total unit mobil dari tahun 2015 hingga 2019 dimana setiap tahunnya ada peningkatan rata-rata sebesar 300,000 unit mobil per tahunnya. Namun, dari tahun 2019 hingga September 2020 terdapat penurunan dalam total unit mobil yang diakibatkan pandemi COVID-19 di Indonesia dimana sebagian besar aktivitas menjadi berpindah menjadi *online* dan dirumah. Berdasarkan dari penelitian, sebagian besar jelaga dihasilkan dari aktivitas berkendara maka peningkatan jumlah kendaraan beroda empat juga meningkatkan emisi jelaga di udara.












Gambar 1. Data kendaraan beroda empat tahun 2016-2018 (sumber: Badan Pusat Statistik)



Gambar 2. Total Unit mobil yang terjual dari data 5 jenis mobil terlaris di Indonesia tahun 2015-2020 (sumber: Gaikindo)

Setelah mengumpulkan data mengenai mobil, observasi dilaksanakan dengan mengamati dan mengukur knalpot mobil dari 5 jenis mobil berdasarkan dari data lima mobil terlaris di Indonesia dari tahun 2015 hingga 2020 (Toyota Kijang Innova 2009 Bensin, Toyota Avanza 2015 Bensin, Honda Mobilio 2013, Honda HR-V Prestige 2015 Bensin, Toyota Agya 2013 Bensin). Tujuan observasi untuk membedakan knalpot dari variasi mobil dan mendapat data pengukuran knalpot yang dapat membantu dalam proses perancangan. Hasil pengukuran dan observasi lima mobil tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data ukuran knalpot Toyota Kijang Innova, Avanza, dan Honda Mobilio

No	Variabel	Ukuran
Toyota Kijang Innova 2009 Bensin		
1	 Diameter Knalpot	2,4 Inch
2	 Jarak antara knalpot dengan <i>bumper</i> belakang mobil	2,5 cm
3	 Jarak antara badan knalpot dengan rangka atau <i>frame</i> mobil	4,5 cm
Toyota Avanza 2015 Bensin		
1	 Diameter Knalpot	3,27 inch
2	 Jarak antara knalpot dengan <i>bumper</i> belakang mobil	3,5 cm
3	 Jarak antara badan knalpot dengan rangka atau <i>frame</i> mobil	14 cm
Honda Mobilio 2013 Bensin		
1	 Diameter Knalpot	2,4 inch
2	 Ukuran ujung knalpot (lebar x tinggi)	9,37 cm x 7,25 cm
3	 Jarak antara knalpot dengan: A. kiri pelindung knalpot B. atas pelindung knalpot C. kanan pelindung knalpot	A. 3,8 cm B. 4 cm C. 3,8 cm

Ekspirimen *Dummy*

Proyek ini terinspirasi dari *TED Talk* yang dibawa oleh Anirudh Sharma serta menggunakan penelitian dari Khavatar dkk dan beberapa alat

Tabel 2. Data ukuran knalpot Honda HR-V dan Toyota Agya

No	Variabel	Ukuran
Honda HR-V Prestige 2015 Bensin		
1	 Diameter ujung Knalpot	2,75 inch
2	 Jarak antara knalpot dengan <i>bumper</i> belakang mobil	4,2 cm
3	 Jarak antara knalpot dengan <i>muffler</i> mobil	7,5 cm
Toyota Agya 2013 Bensin		
1	 Diameter ujung Knalpot	2,75 inch
2	 Jarak antara knalpot dengan <i>bumper</i> belakang mobil	4 cm

pengumpul jelaga yang sudah diciptakan sebagai acuan dalam perancangan ini.

Penelitian berdasarkan dari *TED Talk* yang dibawakan oleh Anirudh Sharma pada tahun 2018 menjelaskan tentang proses pembuatan tinta dari polusi atau jelaga yang dikumpulkan dari mesin diesel (Gambar 3). Eksperimen simpel dilakukan oleh Anirudh dengan menggunakan lilin yang menyala dan alat penghisap jelaga lilin. Jelaga yang dikumpulkan kemudian dicampurkan dengan minyak sayur dan vodka. Setelah itu, tinta diuji coba dengan dicetak. Dari situ, potensi yang ia dapat melalui eksperimen dibuat skala besar hingga menciptakan dan memperkenalkan tinta dari jelaga.

Penelitian oleh Khatavkar dkk., menunjukkan tentang proses perancangan alat pengumpul jelaga serta pengolahan jelaga menjadi tinta. Alat pengumpul jelaga dirancang menyesuaikan pada ukuran knalpot mobil dan terdapat empat bagian utama yang terhubung dengan mekanisme penjepitan yang bertujuan untuk pemasangan dan ekstraksi jelaga yang mudah. Selain itu, jenis filter yang digunakan adalah jaring kawat *stainless* dan filter karbon aktif. Kawat *stainless* digunakan karena

memiliki ketahanan panas dan korosi yang baik sedangkan filter karbon aktif digunakan untuk menyaring gas yang semi-volatil. Perancangan dan penelitian yang dilakukan oleh Khavatar, dkk menunjukkan bahwa terdapat pengurangan polusi yakni 25%. Inovasi alat pengumpul jelaga sangat tidak umum di Indonesia. Tabel 3 menunjukkan beberapa alat pengumpul jelaga yang ada.

Dari studi yang dilakukan kemudian disesuaikan untuk dasar dalam pembuatan *dummy* alat pengumpul jelaga. Eksperimen *dummy* dieksekusi di mobil Toyota Kijang Innova 2009 bensin dengan menggunakan tiga jenis filter yang berbeda untuk menemukan jenis filter yang paling cocok dalam penyaringan jelaga yang baik serta ketahanan panas yang tinggi. Pada eksperimen ini juga dilakukan sebuah pengamatan terhadap jumlah yang terkumpul berdasarkan dari jarak yang ditempuh.

Eksplorasi dan Uji Coba Resep Tinta

Jelaga atau *soot* adalah istilah umum untuk jenis polusi partikel yang biasa diketahui sebagai *black carbon* atau PM 2.5. Partikel ini sangat kecil dan diperkirakan 1/30 dari ukuran rambut manusia berkisar dari 10 nm hingga 1 mm. Jelaga adalah



Gambar 3. Eksperimen Anirudh Sharma (sumber: TED Talk, 2018)






Gambar 4. CAD Model & aplikasi alat pengumpul Jelaga (sumber: Khavatar, et al., 2018)

produk sampingan dari pembakaran dari bahan berbasis karbon, seperti bahan bakar fosil seperti batubara untuk listrik, penyulingan minyak, dan bahan bakar untuk kendaraan. Jelaga pada dasarnya adalah karbon dengan struktur seperti grafit (Novakov, T., et al, 1974) dan unsur karbon di dalamnya kurang dari 60% dari total massa partikel. Menurut studi, knalpot kendaraan menyumbang sekitar 50% partikulat materi ke udara (Casse Fr, et al., 2013).

Tabel 3. Alat Pengumpul Jelaga

No	Alat Pengumpul Jelaga	Keterangan Filter
1	 Kalink (Graviky)	 Filter yang digunakan berupa lapisan lembaran logam dimana setiap lembaran terdapat banyak ujung yang menyerupai sisir untuk mengumpulkan jelaga dari knalpot kendaraan
2	 Soot (Ex- Lab)	 Filter yang digunakan berupa lapisan lembaran logam dengan sistem elektrostatik yang bertujuan untuk mengumpulkan jelaga dari knalpot kendaraan
3	 Soot Device Collector	 Proses pengumpulan jelaga dilakukan dengan memasang tabung hisap ke ujung knalpot dan kemudian menggunakan daya hisap untuk mengumpulkan jelaga dari knalpot.

Tabel 4. Data ukuran knalpot Honda Mobilio 2013 Petrol

No	Jenis Filter/ Jarak Tempuh	Keterangan Hasil
1	N95 2 Km	 <p>Berat jelaga tidak terdeteksi namun keberadaan jelaga ada; filter meleleh atau terbakar saat eksperimen; Baut yang digunakan untuk sistem penguncian hilang saat eksperimen.</p>
2	HEPA 8 Km	 <p>Berat jelaga tidak terdeteksi namun keberadaan jelaga ada; filter meleleh atau terbakar saat eksperimen; Baut yang digunakan untuk sistem penguncian hilang saat eksperimen; O-ring yang digunakan untuk mengurangi vibrasi meleleh saat uji coba.</p>
3	Stainless steel 6 Km	 <p>Partikel yang terkumpul sekitar 0.1 g namun tidak murni jelaga; filternya baik-baik saja setelah uji coba.</p>

Jelaga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Ukuran yang sangat kecil

sehingga dengan mudah masuk ke tubuh manusia terutama pada bronkiolus paru-paru yang dapat menyebabkan iritasi, gangguan pernafasan, dan kanker paru- paru. Maka dari itu, jelaga sangat berbahaya karena dapat menyebabkan potensi kerusakan pada sistem pernafasan dan berujung pada kematian jika jumlah konsentrasi materi partikulat ini sangat tinggi di dalam tubuh makhluk hidup.

Jelaga menyebabkan beberapa masalah beberapa masalah lingkungan. Sebagian besar partikulat di atmosfer memiliki kemampuan untuk mengurangi pemanasan dari gas rumah kaca dengan memantulkan radiasi kembali ke ruang angkasa, biasanya disebut sebagai peredupan global. Namun, *black carbon* memberikan efek sebaliknya dimana ia menyerap energi matahari yang dapat menghangatkan atmosfer.



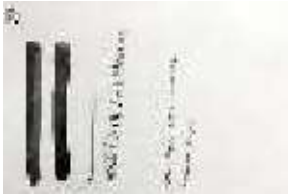

Eksplorasi dengan menggunakan jelaga sebagai bahan alternatif sangat minim atau bahkan tidak ada di Indonesia. Proyek ini bukan hanya merancang alat pengumpul jelaga namun juga sebuah *DIY kit* tinta untuk memproses jelaga sebagai tinta. Dalam eksplorasi tinta, penulis menggunakan bubuk arang kelapa sebagai pengganti jelaga yang dihasilkan dari kendaraan. Arang kelapa tidak jauh berbeda dengan jelaga kendaraan karena arang kelapa juga melewati proses pembakaran yang tidak sempurna seperti jelaga kendaraan sehingga karakteristik yang dimiliki cukup serupa. Maka dari itu, arang digunakan sebagai pengganti jelaga kendaraan untuk membantu penulis mencari rasio yang tepat dalam resep tinta untuk *DIY kit* tinta.

Teknik Proses

Data dari observasi, eksperimen, dan eksplorasi digunakan sebagai dasar perancangan. Pada eksplorasi resep tinta, sampel 4 dengan rasio 1 : 100 : 6 : 7 (alcohol : air : jelaga : *gum Arabic*) memiliki karakteristik dengan tinta Rotring sehingga paling cocok sebagai resep untuk *DIY kit* tinta. Pada eksperimen *dummy*, jenis filter *stainless mesh* merupakan jenis filter yang paling cocok dimana mampu menyaring partikel dari knalpot kendaraan, memiliki ketahanan panas yang tinggi, dan tahan terhadap karatan yang sangat cocok untuk

penggunaan luar rumah. Selain hal tersebut, terdapat juga studi literatur, Analisa masalah, dan fakta pendukung yang digunakan untuk membantu proses desain.

Tabel 5. Hasil eksplorasi tinta

No	Sampel & Rasio (alcohol:jelaga: <i>gum Arabic</i>)	Keterangan Hasil
1	Tinta Rotring (panduan)	  <p>Dalam satu <i>stroke</i>, pigmentasi konsisten; Tidak ada tekstur setelah pemakaian; Tinta diserap langsung oleh kertas; Tekstur hitam; Kehitaman: baik; Penggunaan mudah</p>
2	Sampel 1 1 : 100 : 3 : 7	 <p>Pigmentasi: pekat diawal dan perlahan-lahan memudar; Tekstur tinta: licin, berair, <i>rainy</i>, sedikit lengket, <i>glossy</i>; Kehitaman: kurang; Setelah pemakaian: <i>rainy</i>, <i>doff</i>.</p>
3	Sampel 2 1 : 5 : 3 : 3	 <p>Pigmentasi: pekat diawal dan perlahan-lahan memudar; Tekstur tinta: licin, berair, <i>rainy</i>, sedikit lengket, <i>glossy</i>; Kehitaman: cukup; Setelah pemakaian: <i>rainy</i>, <i>doff</i>.</p>

4 Sampel 3
1 : 5 : 6 : 3



Pigmentasi: cukup konsisten; Tekstur tinta: licin, *rainy*, sedikit lengket, *glossy*; Kehitaman: baik; Setelah pemakaian: *rainy*, *doff*.

5 Sampel 4
1 : 100 : 6 : 7



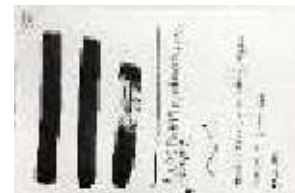
Pigmentasi: konsisten; Tekstur tinta: licin, berair, *rainy*, sedikit lengket, *glossy*; Kehitaman: baik; Setelah pemakaian: *rainy*, *doff*.

6 Sampel 5
1 : 12 : 3 : 7



Pigmentasi: cukup konsisten; Tekstur tinta: licin, berair, *rainy*, sedikit lengket, *glossy*; Kehitaman: baik; Setelah pemakaian: *rainy*, *doff*

7 Sampel 6
1 : 12 : 6 : 7



Pigmentasi: konsisten; Tekstur tinta: licin, berair, *rainy*, *glossy*; Kehitaman: baik; Setelah pemakaian: *rainy*, *doff*.

Desain Proses

Desain proses membahas beberapa aspek, yaitu *criteria*, tema, konsep desain, desain final, *dummy*, dan prototipe. Aspek *criteria* berbicara tentang 5W + 1 H. **What:** Merancang alat pengumpul jelaga di knalpot kendaraan beroda empat khususnya mobil pribadi. Alat ini terdapat dua bagian, yaitu: knalpot berfungsi sebagai media dan wadah atau tabung yang berfungsi untuk pengumpulan jelaga yang lebih mudah dan efisien. Pada ujung tabung dimana keluarnya aliran gas buang, terpasang lapisan filter yang berfungsi untuk mengumpulkan jelaga. Terdapat juga *DIY kit* yang berfungsi untuk mengolah jelaga menjadi tintadari alat pengumpul jelaga dimana bukan hanya mengajar namun juga membangun rasa apresiasi agar lebih sadar dan peduli terhadap lingkungan. **Who:** Produk ini dirancang untuk pengguna kendaraan roda empat yang tertarik dengan gaya hidup ramah lingkungan. **When:** Produk ini dirancang untuk digunakan sehari-hari pada saat menggunakan kendaraan pribadi, seperti misalnya ke tempat kerja, sekolah, tempat belanja, dan sebagainya. Sedangkan untuk pembuatan tinta bisa digunakan pada waktu luang di rumah. **Where:** Bagian yang menempel ke knalpot mobil bisa digunakan selama di jalan raya, sedangkan *DIY kit* dianjurkan untuk dipakai di rumah. **Why:** Jelaga merupakan salah satu bentuk polusi udara yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan. Sebagai material alternatif, jelaga belum banyak dimanfaatkan. Walaupun penulis merasa produk ini belum bisa menyelesaikan masalah polusi udara dalam skala besar, tapi produk ini bisa membantu calon pengguna memahami dan memanfaatkan jelaga. **How:** Alat pengumpulan jelaga yang dirancang oleh penulis diaplikasikan pada knalpot mobil. Asap atau gas yang dihasilkan dari pembakaran di knalpot akan melewati alat pengumpul jelaga yang dimana pada ujung alat terdapat filter untuk menyaring jelaga dan di dalam alat terdapat tabung untuk mengumpulkan jelaga untuk memudahkan ekstraksi jelaga. Jelaga yang dikumpulkan akan digunakan sebagai bahan untuk *DIY kit* dimana jelaga diolah menjadi tinta. Kit *DIY* bukan hanya memberitahu cara pembuatan tinta namun juga



Gambar 5. Tema Perancangan
(Sumber: Data Pribadi, 2020)

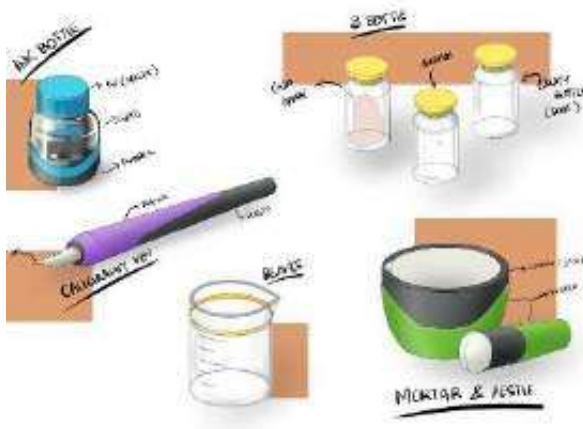


Gambar 6. Desain final alat pengumpul jelaga dan aplikasinya
(Sumber: Data Pribadi, 2021)

membantu untuk memberikan pengajaran bahwa jelaga yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan dapat digunakan sebagai bahan yang berguna. Selain itu juga, membantu untuk membangun apresiasi pada pengguna.

Tema yang dipilih menggunakan kata kunci *Constructable*, efisien, dan inovatif merupakan kata kunci dalam tema perancangan ini. Unsur *constructible* terletak pada perakitan alat pengumpul jelaga serta *DIY* kit dalam pembuatan tinta pada jelaga yang dikumpulkan dari alat tersebut bagi pengguna. Unsur efisien terletak pada pengumpulan jelaga dimana penulis mengharapkan saat pengumpulan jelaga mudah, rapi, cepat, dan tidak perlu menggunakan tenaga ekstra. Terakhir, unsur inovatif terletak pada eksistensi produk ini yang dimana sangat familiar namun cukup baru bagi masyarakat Indonesia.

Konsep perancangan alat pengumpul jelaga dan alat *DIY kit* tinta berdasarkan dari data yang diperoleh dari observasi, eksperimen, dan studi literatur. *Constructible*, efisien, dan inovatif merupakan tema yang digunakan dan diaplikasikan ke sketsa ide. Selain itu, variasi sketsa ide dilakukan untuk memberikan desain karakter dan memoles fungsionalitas yang berdasarkan dari tema perancangan.



Gambar 7. Desain Final alat *DIY* kit tinta
(Sumber: Data Pribadi, 2021)



Gambar 8. *Dummy* alat pengumpul jelaga dan aplikasinya
(Sumber: Data Pribadi, 2021)

Dari beberapa variasi sketsa ide tersebut, desain final alat pengumpul jelaga ditentukan (Gambar 6). Desain final alat *DIY* kit tinta ditunjukkan Gambar 7. Setelah desain final ditentukan, selanjutnya dibuat *dummy*-nya. Gambar 8 memperlihatkan *dummy* alat pengumpul jelaga dan aplikasinya.

Berdasarkan *dummy* tersebut, selanjutnya penulis membuat prototipe (Gambar 9). Ada dua jenis prototipe, satu berdasarkan fungsionalitasnya dan yang lainnya berdasarkan visualnya. *Dummy* sebelumnya juga merupakan prototipe yang berfokus pada fungsi. Ini dikarenakan material yang digunakan cocok dengan aplikasi di knalpot mobil. Di sisi lain, prototipe visual dibuat melewati proses pencetakan 3D yang berfokus pada desain dan mekanisme yang tidak dimiliki oleh *dummy*.



Gambar 9. Prototipe alat pengumpul jelaga dan aplikasi [Fungsionalitas & Visual]
(Sumber: Data Pribadi. 2021)

4. Kesimpulan

Pada proyek ini, penulis berharap bahwa alat pengumpul jelaga menjadi produk inovatif yang dapat meminimalkan kontribusi jelaga di udara dengan menyaring dan mengumpulkan jelaga secara efektif dan efisien. Selain itu, *DIY kit* tinta juga diharapkan dapat mengedukasi dan meningkatkan rasa apresiasi pada pengguna saat mengolah jelaga menjadi tinta. Untuk meringkas kesimpulan dalam proyek ini, Analisa SWOT dilakukan dengan membahas *strengths*, *weakness*, *opportunities*, dan *threats* terletak pada produk perancangan.

Strengths. Alat pengumpul jelaga serta *DIY Kit* Tinta berhasil memikat *target user* dalam konsep yang cukup inovatif dan baru bagi kalangan masyarakat Indonesia. Desain yang memiliki sistem yang cukup *user-friendly* memudahkan pengguna dalam proses pemasangan dan ekstraksi jelaga. Selain itu, Paduan *DIY Kit* tinta dan alat

pengumpul jelaga *bersifat* edukatif dimana mengajari dan menuntun penggunaan dalam proses pembuatan tinta dari jelaga yang meningkatkan apresiasi dan nilai pada jelaga sendiri. Alat Pengumpul jelaga juga mencegah kontribusi jelaga keudara.

Weakness. Desain produk alat pengumpul jelaga dan *DIY Kit* tinta memiliki beberapa bagian yang perlu diteliti lebih lanjut: (1) Filter yang digunakan pada *dummy* berfungsi cukup baik dimana dapat menyaring partikel di knalpot kendaraan dan memiliki ketahanan panas yang cukup baik. Namun, dibutuhkan sistem penyaringan dimana dapat mengumpulkan jelaga secara murni dan memudahkan proses ekstraksi untuk pengguna; (2) Sistem penguncian dengan *silicone seal* di tabung pengumpulan jelaga dapat menyusahkan beberapa kaum yang memiliki tanya berhenti bergetar atau tremor.

Opportunities. Desain produk alat pengumpul

jelaga dan *DIY Kit* tinta masih berada di tahap awal. Pengembangan yang dapat diterapkan: (1) Terdapat banyak ruang untuk mengembangkan produk ini dari segi sistem dan juga filter yang memiliki potensi yang cukup bagus dan kedepannya dapat memikat orang-orang; (3) Memiliki variasi *DIY Kit* untuk pengolahan jelaga yang bersifat edukatif; (2) Inovatif dan cukup baru bagi masyarakat Indonesia mengenai alat pengumpulan jelaga beserta *DIY Kit* tinta jika strategi pemasaran dan produksi.

Threats. (1) Mayoritas masyarakat Indonesia dan kondisi perekonomian di Indonesia tidak terlalu mendukung dengan adanya barang-barang ‘hijau’; (2) Inovasi baru belum tentu diterima oleh target pasar, bahkan target pasar yang dituju. Oleh karena itu, dibutuhkan pengenalan atau strategi pemasaran yang cukup matang sebelum produk diluncurkan; (3) Pengguna akan tertarik dengan konsep *DIY Kit* tinta dan mempraktekan itu sekitar 1 atau 3 kali. Penggunaan atau penerapan berkelanjutan atau berulang-ulang menjadi berkurang dan mengakibatkan pengguna menghasilkan lebih banyak jelaga dibandingkan mengurangi jelaga

Ucapan Terima Kasih

Selama proses mengerjakan proyek, penulis menyadari bahwa proyek ini tidak dapat berjalan dengan baik dan selesai tepat waktu tanpa adanya dukungan, bimbingan, dan dana dari luar diri penulis. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan bersyukur atas pihak-pihak yang turut berkontribusi serta membantu penulis selama berjalannya periode proyek di antaranya adalah **Ibu Devanny Gumulya, S. Sn, M.Sc**, selaku Ketua Program Studi Desain Produk; **Kak David Widyanto, S.Sn., MT**, selaku dosen pembimbing proyek dan kakak yang meluangkan waktu untuk memberi kritik, saran, dan pikiran yang mendukung penulis dari awal pemilihan topik hingga akhir periode proyek; **Kak Rio Ferdinand, S.Sn., M.T**, yang turut meluangkan waktu untuk memberi kritik, saran, dan pikiran yang membimbing penulis dalam proses sketsa dan desain selama periode Tugas

Akhir; **Setiap Dosen Desain Produk** yang memberikan pengalaman dan pengetahuan yang sangat membantu penulis dalam proyek Tugas Akhir ini.

Daftar Pustaka

- Arnal, C., Bravo, Y., Larrosa, C., Gargiulo, V., Alfè, M., Ciajolo, A., Alzueta, M. U., Millera, Á., & Bilbao, R. (2015). Characterization of Different Types of Diesel (EGR Cooler) Soot Samples. *SAE International Journal of Engines*, 8(4), 1804–1814. DOI: <https://doi.org/10.4271/2015-01-1690>
- Badan Pusat Statistik. (n.d.). *Jumlah Unit Kendaraan Bermotor*. Retrieved from <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>.
- Cassee, F. R., Héroux, M.-E., Gerlofs-Nijland, M. E., & Kelly, F. J. (2013). Particulate matter beyond mass: recent health evidence on the role of fractions, chemical constituents and sources of emission. *Inhalation Toxicology*, 25(14), 802–812. DOI: <https://doi.org/10.3109/08958378.2013.850127>
- Fujiwara, Y., & Fukazawa, S. (1980). Growth and Combustion of Soot Particulates in the Exhaust of Diesel Engines. *SAE Technical Paper Series*. DOI: <https://doi.org/10.4271/800984>
- GAIKINDO. (n.d.). *Indonesian Automobile Industry Data*. Retrieved from <https://www.gaikindo.or.id/indonesian-automobile-industry-data/>.
- Guardian News and Media. (2008, March 24). *Scientists warn of soot effect on climate*. The Guardian. Retrieved from <http://www.theguardian.com/environment/2008/mar/24/climatechange.fossilfuels>.
- Ink made of air pollution*. (n.d.). TED. Retrieved from http://www.ted.com/talks/anirudh_sharma_ink_made_of_air_pollution/transcript?language=en#t-167747.
- National Geographic Society. (2012, October 9). *Air Pollution*. National Geographic Society. Retrieved from

<http://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/air-pollution/>.

Niranjan, R., & Thakur, A. K. (2017). The Toxicological Mechanisms of Environmental Soot (Black Carbon) and Carbon Black: Focus

on Oxidative Stress and Inflammatory Pathways. *Frontiers in Immunology*, 8. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00763>