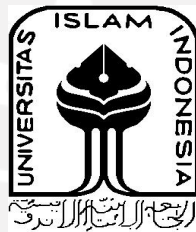


**Pengaruh Kondisi Beban, Frekuensi, dan Permukaan Kontak
terhadap Gesekan dan Suara Decitan pada *Wiper*: Studi
Kualitatif**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Rahmat Fadilla

No. Mahasiswa : 18525097

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**Pengaruh Kondisi Beban, Kecepatan, dan Kondisi Kontak
terhadap Gesekan dan Suara Decitan pada *Wiper*: Studi
Kualitatif**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Rahmat Fadilla

No. Mahasiswa : 18525097

Yogyakarta, 14 Maret 2023

Pembimbing



Dr. Ir. Muhammad Khafidh S.T., M.T., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Pengaruh Kondisi Beban, Frekuensi, dan Kondisi Kontak terhadap Gesekan dan Suara Decitan pada *Wiper*: Studi Kualitatif

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :


Nama : Rahmat Fadilla

No. Mahasiswa : 18525097

Tim Penguji

Dr. Ir. Muhammad Khafidh S.T.,M.T.,IPP

Ketua


Tanggal : 30/3/2023 .

Finny Pratama Putra, S.T., M.Eng

Anggota I


Tanggal : 30/03/2023

Faisal Arif Nurgesang, Ir., S.T., M.Sc., IPP

Anggota II


Tanggal : 29/3/2023

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh S.T.,M.T.,IPP

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya buat merupakan karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari karya tulis yang dibuat oleh orang lain. Semua referensi dan kutipan yang saya tulis pada karya tulis ini saya cantumkan sitasi dan sumber pustakanya. Apabila dikemudian hari saya dianggap melakukan pelanggaran hak kekayaan intelektual dan yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi dan hukuman yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 30 Maret 2023



Rahmat Fadilla

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puja dan puji syukur panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki dan rahmat - Nya, serta doa dan dukungan yang diberikan oleh orang-orang tercinta, pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

Orang tua yang selalu senantiasa memberikan nasehat, doa yang tulus, dan dukungan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku dosen pembimbing, penguji, dosen pengajar, dan seluruh staf program studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing dan membagikan ilmu secara ikhlas.

Rekan - rekan dari jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis untuk masa mendatang.

HALAMAN MOTTO

Wahai mereka yang beriman, mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan solat. Sesungguhnya Allah bersamasama dengan orang yang sabar

(Al Baqarah: 153)

Barang siapa yang keluar dalam menuntut ilmu maka ia adalah seperti berperang di jalan Allah hinggang pulang.

(H.R.Tirmidzi)

Otak saya hanyalah penerima, di semesta terdapat sebuah inti dari mana kita mendapatkan pengetahuan, kekuatan, dan inspirasi.

(Nikola Tesla)



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul, “Pengaruh Kondisi Beban, Frekuensi, dan Kondisi Kontak terhadap Gesekan dan Suara Decitan pada *Wiper*: Studi Kualitatif”.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Selama pembuatan dan penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dukungan, kritik, saran, dan pengarahan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan hormat dan terimakasih kepada:

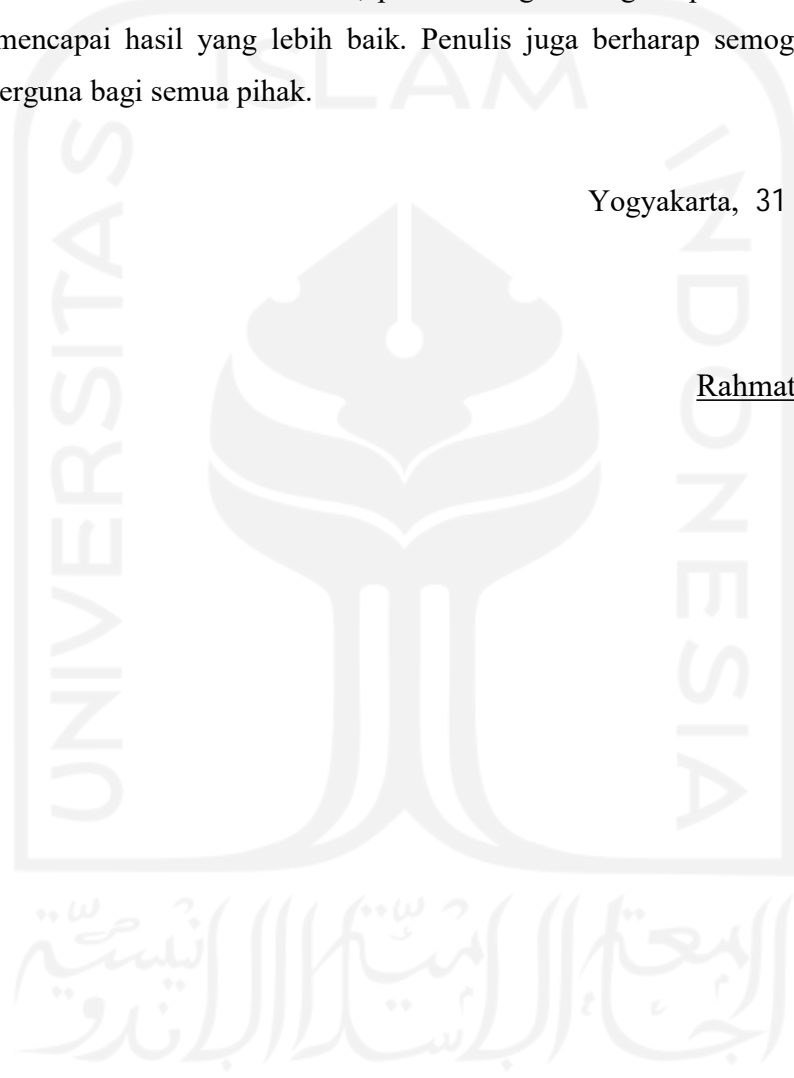
1. Kedua orangtua atas doa dan dukungan yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis, selalu memberikan motivasi, serta selalu menjadi sumber semangat terbesar bagi penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
3. Seluruh Dosen Prodi Teknik Mesin yang telah banyak memberikan penulis ilmu pengetahuan yang baik selama perkuliahan.
4. Sahabat-sahabat yang selalu mendo'akan, memberikan motivasi, mendengarkan keluh kesah penulis serta selalu memberikan dukungan penuh kepada penulis.
5. Teman-teman Angkatan 2018 yang selalu membantu dalam banyak hal, memberikan motivasi dan selalu memberikan semangat serta dukungan satu sama lain.
6. Teman-teman YnD yang selalu membantu dan mendukung selama masa kuliah,
7. Semua pihak yang tidak bisa sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terima kasih telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini, semoga kebaikan kalian semua mendapat imbalan dari Allah SWT.

Semoga semua pihak yang telah membantu penulis selama melaksanakan Tugas Akhir dan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini mendapatkan balasan dari Allah SWT dan selalu diberikan kesehatan, dan kemudahan dalam segala urusannya.

Penulis menyadari bahwa didalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kesalahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk mencapai hasil yang lebih baik. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat berguna bagi semua pihak.

Yogyakarta, 31 Maret 2023

Rahmat Fadilla



ABSTRAK

Pengguna mobil semakin bertambahnya jumlah penduduk maka semakin hari semakin banyak. Salah satu komponen penting pada mobil adalah *wiper* kaca. Jarak pandang pengemudi mobil dipengaruhi oleh sebuah *wiper* kaca saat kondisi hujan maupun untuk membersihkan debu pada kaca depan mobil. *Wiper* kaca mobil pada kondisi normal tidak akan menyebabkan bunyi decitan, apalagi dalam kondisi karet *wiper* kaca masih baru. Namun pada kondisi tertentu dapat terjadi bunyi decitan yang mengganggu dari gesekan antara kaca mobil dengan karet *wiper* kaca mobil. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mempelajari Gaya gesekan dan suara decitan pada *wiper* pada kondisi sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi *coating*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan tribometer *pin on disc* yang ada pada laboratorium Teknik Mesin UII. Penggunaan tribometer berfungsi untuk mengukur Gaya gesekan antara wiper dengan kaca. Pengukuran suara secara kualitatif dilakukan dengan menggunakan telinga. Setelah dilakukan penelitian maka didapat Gaya gesekan yang terjadi pada *wiper* dengan kaca bernilai tertinggi pada kondisi parameter frekuensi 3 Hz, beban 5N, dan kondisi kering. Nilai Gaya yang didapat sebesar 1.126 N. Terjadi suara decitan pada pengujian kondisi kering dengan beban 5 N, kondisi kering beban 6 N (frekuensi 2), kondisi kering dengan beban 7 N (frekuensi 2 Hz), dan kondisi kering dengan beban 5 N (frekuensi 3 Hz). Pada kondisi tersebut terjadi suara decitan pada kondisi kering dengan beban 7 N. Gaya gesekan pada beban 7 N tersebut adalah 1.073 N. Penggunaan pelapis kaca dapat menurunkan tingkat suara decitan antara kaca dan *wiper* tetapi menaikkan nilai koefisien gesek pada pengujian dengan tribometer.

Kata kunci : *wiper*, kaca, Gaya gesek, suara, dan decitan

ABSTRACT

Vehicle users, especially cars user lately increase by society become more, The important component in the car is wiper on windshield. The visibility of the car driver is affected by a glass wiper during rainy conditions or to clean dust on the windshield of the car. Windshield wipers in normal conditions will not cause a squeaking sound, especially when the windshield wiper rubber is still new. However, under certain conditions, an annoying squeaking sound can occur from the friction between the windshield and the windshield wiper rubber. This study aims to study the friction force and squeaking sound on the wipers in the conditions before being treated and after being given a coating. The research was conducted using a pin on disc tribometer in the UII Mechanical Engineering laboratory. Using a tribometer to measure the coefficient of friction between the wipers and the glass. Qualitative sound measurement is done by using the ear. After doing the research, the friction force that occurs in the wiper with glass has the highest value in the parameter conditions of frequency 3 Hz, load 5N, and dry conditions. The coefficient value obtained is 1.126 N. A squeaking sound occurred in the dry condition test with 5 N load, 6 N load in dry condition (frequency 2), 7 N load in dry condition (2 Hz frequency), and dry condition with 5 N load (3 Hz frequency). In these conditions sound in dry conditions with a load of 7 N. The friction force at a load of 7 N is 1.073. The use of glass coatings can reduce the level of squeaking sound between the glass and the wiper but increase the value of the friction force in the friction force test.

Keywords: wiper, glass, friction force, sound, and squeak

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji.....	iii
Halaman Persembahan.....	v
Halaman Motto.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak.....	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Notasi.....	xv
Bab 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Sistem <i>wiper</i>	6
2.2.2 Model gerakan <i>wiper</i>	7
2.2.3 Motor dan saklar <i>wiper</i>	8
2.2.4 Gaya gesekan.....	10
2.2.5 Gesekan karet <i>wiper</i>	11
2.2.6 Tribologi.....	12
2.2.7 Pelumasan.....	13
2.2.8 Tribometer.....	14

2.2.9 Reciprocating tribometer	15
Bab 3 Metode Penelitian	17
3.1 Alur Penelitian	17
3.2 Peralatan dan Bahan	17
3.3 Pembuatan Pencekam	19
3.4 Preparasi pengujian dengan tribometer	22
3.5 Perlakuan setelah Ditemukan Decitan	24
Bab 4 Hasil dan Pembahasan	25
4.1 Parameter Gaya Gesekan dan Penentuan Suara Decitan	25
4.2 Hasil Pengujian Sebelum Perlakuan	26
4.2.1 Gaya gesekan dan suara dengan variasi frekuensi	26
4.2.2 Gaya gesekan dan suara dengan variasi beban	27
4.2.3 Koefisien gesekan dan suara dengan variasi kondisi permukaan	27
4.2.4 Analisis dan pembahasan sebelum perlakuan	28
4.3 Setelah Perlakuan	30
4.3.1 Pemberian lapisan dengan merk Kit <i>water repellent</i>	30
4.3.2 Pemberian lapisan dengan merk S-pro	33
4.3.3 Pemberian lapisan dengan merk Nanotech	35
4.4 Analisis dan Pembahasan Setelah diberi Perlakuan	37
Bab 5 Penutup	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
Daftar Pustaka	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat.....	18
Tabel 3-2 Bahan.....	18
Tabel 3-3 Parameter.....	24
Tabel 4-1 Gaya gesek dengan perbandingan frekuensi.....	26
Tabel 4-2 Gaya gesek dengan perbandingan beban.....	27
Tabel 4-3 Gaya gesek dengan perbandingan kelembapan.....	28
Tabel 4-4 Hasil pengujian.....	32
Tabel 4-5 Pengujian dengan pemberian lapisan kaca merk S-pro.....	34
Tabel 4-6 Hasil pengujian dengan merk Nanotech.....	36
Tabel 4-7 Perbandingan Gaya gesekan sebelum dan sesudah.....	38
Tabel 4-8 Perbandingan nilai skala suara sebelum dan sesudah.....	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Model <i>wiper</i> merk Bosch [6]	7
Gambar 2-2	Sistem <i>wiper</i> [8]	7
Gambar 2-3	Sistem pembersihan kaca [9]	8
Gambar 2-4	Ilustrasi gesekan kaca dengan <i>wiper</i> [14]	12
Gambar 2-5	Ilustrasi interaksi antar permukaan, (a) roda gigi, (b) <i>cam</i> , dan (c) bola pejal dengan <i>bearing</i> [15]	13
Gambar 2-6	Tribometer <i>reciprocate</i>	15
Gambar 3-1	Bagan alur penelitian	17
Gambar 3-2	Desain pencekam pada tribometer	20
Gambar 3-3	Pencekam setelah dicetak menggunakan printer 3D	20
Gambar 3-4	Pencekam dengan <i>wiper</i> yang sudah terpasang	21
Gambar 3-5	Pencekam yang sudah dipasang pada tribometer	21
Gambar 3-6	Kaca mobil yang sudah dipotong	22
Gambar 3-7	Tribometer <i>pencekam on disc</i>	23
Gambar 4-1	Grafik Gaya gesekan	25
Gambar 4-2	Grafik nilai skala suara sebelum perlakuan	29
Gambar 4-3	Grafik nilai koefisien gesekan sebelum diberikan perlakuan	30
Gambar 4-4	Pemberian perlakuan dengan kit ke kaca	31
Gambar 4-5	Grafik Gaya gesekan pengujian perlakuan Kit <i>water repellent</i>	32
Gambar 4-6	Pemberian S-pro pada kaca	33
Gambar 4-7	Grafik Gaya gesekan merk S-pro	35
Gambar 4-8	Pemberian Nanotech pada kaca	36
Gambar 4-9	Grafik Gaya gesekan merk Nanotech	37
Gambar 4-10	Grafik nilai Gaya gesekan setelah decitan	39
Gambar 4-11	Grafik perbandingan suara decitan	40

DAFTAR NOTASI

°	= Derajat
°c	= Derajat celsius
N	= Newton
Hz	= Hertz
mm	= millimeter
cm	= centimeter



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengguna kendaraan bermotor khususnya mobil semakin hari semakin banyak. Salah satu komponen penting pada mobil adalah *wiper* kaca. Jarak pandang pengemudi mobil bertumpu pada sebuah *wiper* kaca saat kondisi hujan maupun untuk membersihkan debu pada kaca depan mobil. Penggunaan *wiper* untuk mengusap kaca mobil pada kondisi normal umumnya tidak akan menyebabkan bunyi decitan, apalagi dalam kondisi karet *wiper* kaca masih baru. Namun pada kondisi tertentu dapat terjadi bunyi decitan yang mengganggu dari gesekan antara kaca mobil dengan karet *wiper* kaca mobil.

Banyak sekali pengguna mobil yang hanya melakukan perawatan seadanya pada mobil mereka. Perawatan yang seadanya dapat mengakibatkan kondisi mobil menjadi tidak terawat pada bagian tertentu. Salah satu bagian yang jarang dilakukan perawatan adalah kaca mobil dengan komponen *wiper*. Perawatan yang tidak optimal menyebabkan kondisi karet *wiper* yang getas, lapisan kaca yang sudah hilang, dan beban dari gagang *wiper* ke karet *wiper* berlebih. Kondisi yang buruk dapat menjadikan kinerja *wiper* pada kaca mobil tidak optimal. Salah satu masalah yang terjadi adalah beban pada karet *wiper* berlebih sehingga terjadi bunyi decitan dan dapat menyebabkan kaca mobil rusak dan sapuan *wiper* tidak merata. Motor *wiper* yang rusak juga mengakibatkan gerakan *wiper* yang tidak teratur menyebabkan karet *wiper* cepat rusak dan miring berlebih.

Penyebab lain dari timbulnya bunyi decitan berasal dari berbagai hal, antara lain: kualitas karet *wiper* kaca mobil yang buruk, usia karet *wiper* kaca mobil yang sudah tua, kualitas kaca mobil yang buruk, kaca mobil yang kotor, dan kelembapan antara kaca dengan *wiper* kaca mobil. Salah satu merk *wiper* yang banyak diminati pada pasaran adalah merk Bosch. *Wiper* merk Bosch memiliki harga yang tidak jauh berbeda dari merk-merk lain. Kualitas dari merk tersebut sudah dikenal di seluruh dunia. Walaupun menggunakan merk yang sudah terkenal kualitas produknya, kondisi suara decitan masih memungkinkan

terjadi karena penyebab suara decitan tidak hanya dari karet *wiper* tetapi dari faktor-faktor lain.

Kondisi decitan dapat mengganggu pengguna mobil baik penumpang namun pengemudi mobil tersebut. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan untuk mempelajari solusi yang umum digunakan pada masyarakat. Solusi umum yang dijual pada masyarakat umum dan sudah digunakan banyak orang adalah dengan menggunakan pelapis kaca yang memberikan efek hidropobik sehingga berguna untuk melapisi kaca untuk menggantikan lapisan bawaan kaca yang sudah terkikis. Pelapisan dilakukan untuk membandingkan Gaya gesekan dan suara decitan antara kaca dengan karet *wiper*.

1.2 Rumusan Masalah

Latar belakang di atas merupakan inti dari penelitian dapat diambil menjadi rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kondisi kelembaban kaca, beban, dan kecepatan putar *wiper* pada suara decitan?
2. Bagaimana kondisi yang menyebabkan suara decitan gesekan pada *wiper* dengan kaca?
3. Bagaimana pengaruh pelapis kaca pada suara decitan dan Gaya gesekan karet *wiper*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian belum tentu dapat menyelesaikan seluruh masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Kondisi-kondisi tertentu menyebabkan adanya batasan dalam ruang lingkup pembahasan. Batasan dibutuhkan agar tidak terjadi pembahasan yang tidak diperlukan. Terdapat batasan masalah yang ada penelitian ini, berikut diantaranya:

1. Penelitian difokuskan untuk mempelajari penyebab bunyi decitan dan solusi pada kehidupan sehari-hari
2. Spesifikasi karet *wiper* hanya merk bosch ukuran 14 inch
3. Pengujian yang dilakukan adalah menggunakan tribometer *pencekam on disc* di Laboratorium Teknik Mesin UII

4. Pengujian suara decitan dilakukan hanya dengan kualitatif pendengaran telinga
5. Tidak membandingkan jenis-jenis dari karet *wiper* lain selain merk bosch yang dipakai
6. Kekasaran permukaan dianggap sama
7. Penggunaan kaca mobil yang sudah pernah dipakai
8. Tribometer yang digunakan hanya dapat mencapai sudut maksimal 90° , frekuensi maksimal 3 Hz untuk mencapai sudut maksimal 90° .

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berhubungan dengan pertanyaan penelitian yang terdapat pada batasan masalah. Tujuan penelitian ini nantinya akan dijawab pada kesimpulan.

1. Mengetahui Gaya gesek dari *wiper* kaca mobil dengan kaca mobil sebelum menggunakan produk pelapis kaca
2. Mengetahui kondisi yang menyebabkan terjadi bunyi decitan pada *wiper* kaca dengan kaca mobil.
3. Mengetahui pengaruh pelapis kaca terhadap suara decitan dan Gaya gesek dari *wiper* kaca dengan kaca mobil

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa didapat dari penelitian pengujian *wiper* kaca mobil menggunakan tribometer adalah

1. Penelitian ini dapat memberi referensi bagi penelitian berikutnya yang berkaitan dengan *wiper* mobil
2. Penelitian ini dapat menjadi referensi untuk mengetahui penyebab decitan *wiper* kaca dan cara mengurangi suara decitan tersebut
3. Penelitian ini dapat menjadi acuan dalam penggunaan *wiper* kaca mobil pada kehidupan sehari-hari

1.6 Sistematika Penulisan

Bagian ini berisikan urutan dan sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini. Setiap bab pada laporan tugas akhir ini akan dijabarkan secara umum sehingga dapat mengetahui gambaran dari masing-masing bab secara berurutan. Penulisan bagian sistematika ini laporan tugas akhir ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam pembahasan dari laporan tugas akhir ini. Sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

Bab I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan metode penelitian yang digunakan

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan.

Bab V PENUTUP

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pertama sebagai dasar dari penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Muzayin Ahmad Fu'adi dengan judul studi eksperimental pengaruh sinar matahari terhadap laju keausan (*wear rate*) material *ethylenepropylene diene monomers* pada *wiper* blade [1]. Penelitian tersebut melakukan uji keausan pada *wiper* dengan menggunakan tribometer pencekam on disc dengan membandingkan kondisi dijemur matahari dan tidak dijemur matahari dengan variasi jenis karet *wiper*. Kondisi penjemuran yang dilakukan dengan durasi 100 jam, 200 jam, dan 300 jam di bawah sinar matahari. Jenis karet yang digunakan adalah *ethylenepropylene diene monomers* dan *nitrile rubber*. Dari penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan umur hidup (*life wear*) pada material *nitrile rubber* lebih lama disbanding dengan *ethylenepropylene diene monomers* dan kondisi kering adalah kondisi yang paling buruk penggunaan *wiper*.

Kajian pustaka kedua yang menjadi dasar penelitian ini adalah *Tribological and vibroacoustic behavior of a contact between rubber and glass (application to wiper blade)* penelitian ini dilakukan oleh A. Koenen dan A. Sanon pada tahun 2007 [2]. Penelitian tersebut membahas sifat tribologi dan suara getaan akustik pada kontak antara karet *wiper* dengan permukaan kaca. Dengan pengaruh suhu antara 0°C sampai 60°C dan parameter lain berupa beban, kecepatan, sampai pengondisian lingkungan. Penelitian ini menghasilkan karet *wiper* pada kondisi kering lebih kasar daripada kondisi basah sehingga penelitian ini menyarankan untuk memberikan pelapisan tambahan pada lapisan kaca agar mengurangi gesekan yang terjadi.

Kajian pustaka ketiga yang menjadi parameter pada penelitian ini adalah *Method for measuring transient friction coefficients for rubber wiper blades on glass surface* yang dilakukan oleh Yusaku Fujii [3]. Penelitian tersebut membahas tentang pengukuran Gaya gesekan dengan menggunakan metode interferometer optik. Penelitian tersebut menghasilkan bahwa interferometer

dapat digunakan menjadi pengukur Gaya gesekan antara kaca dan *wiper*. Pada penelitian ini menghasilkan bahwa penggunaan interferometer dapat digunakan untuk meneliti Gaya gesek antara kaca dan *wiper*.

Kajian pustaka keempat yang menjadi acuan adalah *Numerical and Experimental Investigation of Wiper System Performance at High Speeds S*. penelitan ini membahas mengenai aerodinamis dari beberapa jenis pegangan *wiper*. Pengujian dengan menggunakan metode terowongan angin untuk mengetes *wiper* pada kecepatan mencapai 160 km/jam sehingga memberikan beban pada karet *wiper* dari 4 N sampai 9 N. Penelitian ini menghasilkan bahwa *wiper* dengan teknologi terbaru yang dengan menggunakan gagang fleksibel lebih baik daripada *wiper* dengan gagang pegangan besi [4].

Kajian pustaka kelima yang digunakan untuk menjadi acuan pada penelitian ini adalah penelitian yang berjudul *Sliding friction of wiper blade: Measurement, FE modeling and mixed friction simulation* yang dilakukan oleh Gábor Bódai dan Tibor J. Goda. Penelitian tersebut membahas mengenai sifat karet *wiper* pada kondisi gesekan dengan menggunakan tribometer dan menggunakan perhitungan matematis untuk menentukan nilai gesekan dengan parameter perbedaan kecepatan dan kondisi permukaan. Simulasi menggunakan beban awal 1 N yang akan naik berbanding lurus dengan naiknya kecepatan putar *wiper*. Penelitian ini menemukan bahwa kecepatan gerakan *wiper* berbanding lurus dengan Gaya gesekan yang didapat [5].

2.2 Dasar Teori

Subbab dasar teori membahas beberapa dasar-dasar teori yang dibutuhkan untuk menjadi landasan untuk menyelesaikan penelitian ini. Berikut adalah teori-teori pendukung penelitian ini.

2.2.1 Sistem *wiper*

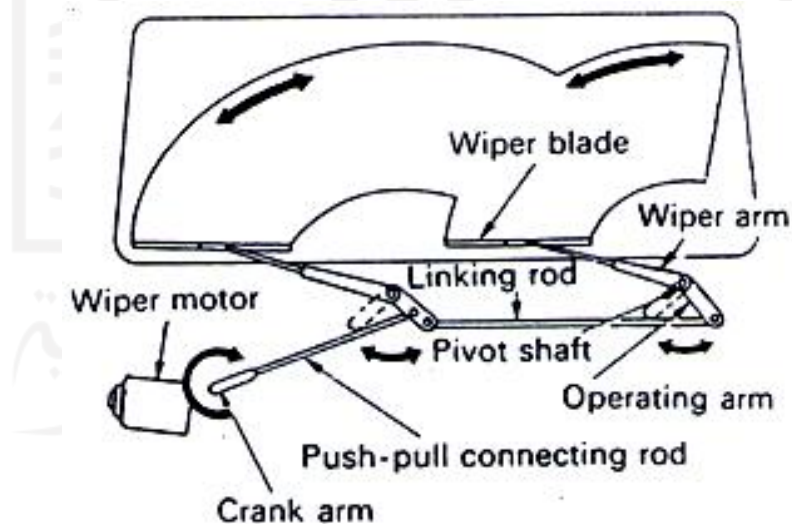
Sistem *wiper* merupakan *wiper* permukaan kaca mobil yang digunakan untuk membersihkan kaca dari air, debu, lumpur, salju, dan kotoran-kotoran lainnya sehingga bagian ini penting untuk faktor keselamatan pengendara. Sebuah mobil setidaknya memiliki sebuah *wiper* untuk mengusap kaca mobil.

Ukuran panjang *wiper* juga beragam menyesuaikan dari rekomendasi pabrikan mobil itu sendiri. Gambar 2-1 menunjukkan bentuk gagang *wiper* model konvensional.



Gambar 2-1 Model *wiper* merk Bosch [6].

Sistem *wiper* adalah penghapus kaca yang berfungsi membersihkan kaca dari air hujan, salju, debu, lumpur, dan kotoran-kotoran lainnya, sehingga penting untuk keselamatan pengendara. Pandangan pengemudi kendaraan harus jelas pada mobil. Pada kondisi hujan, penolong untuk kaca yang basah adalah menggunakan usapan *wiper*. Oleh karena itu mobil harus dilengkapi *wiper* agar air yang menempel di kaca dapat dihindarkan sehingga pandangan pengemudi tidak terganggu [1]. Cara kerja *wiper* secara umum adalah motor berputar menggerakkan batang poros yang menyambungkan dengan lengan *wiper* sehingga karet *wiper* dapat mengusap kaca dengan gerakan bolak-balik [7] seperti yang ada pada gambar 2-2 di bawah ini.

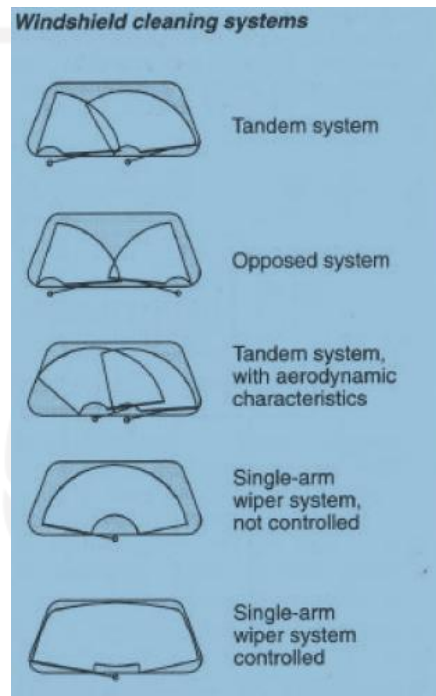


Gambar 2-2 Sistem *wiper* [8].

2.2.2 Model gerakan *wiper*

Perkembangan yang ada pada pembuatan arah pembersihan kaca mobil dengan *wiper*. Model sistem tandem yang dimiliki oleh mobil merk-merk

terkenal seperti Toyota, Daihatsu, Suzuki, Mazda, dan beberapa merk terkemuka lain kecuali citroen, Mercedes-benz, dan BMW. Model lain yang ada pada gambar 2-3 merupakan pengembangan yang dilakukan oleh merk-merk terkemuka dengan alasan untuk meningkatkan aerodinamis pada gagang *wiper* [9].

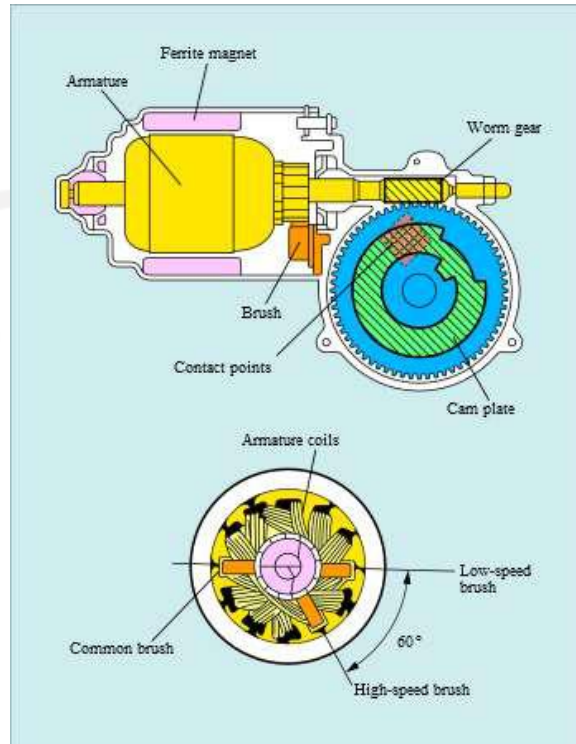


Gambar 2-3 Sistem pembersihan kaca [9].

2.2.3 Motor dan saklar *wiper*

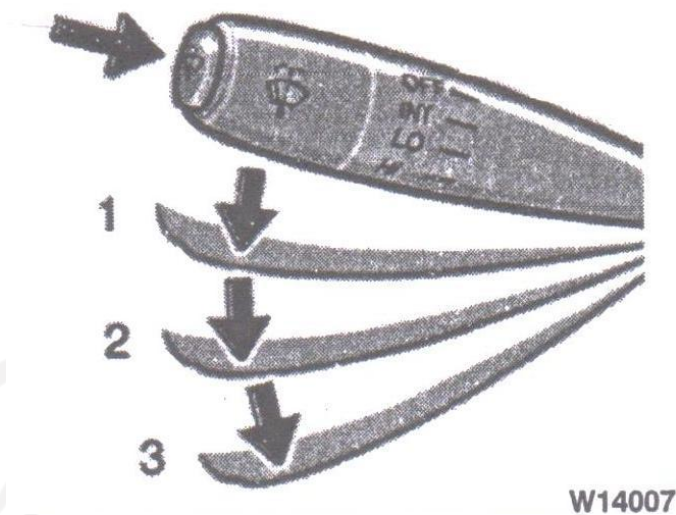
Motor *wiper* merupakan sumber daya untuk menggerakkan *wiper*. Motor *wiper* merupakan sumber daya untuk menggerakkan *wiper*. Motor *wiper* adalah sebuah motor magnet dengan gigi reduksi. Terdapat dua cara yang digunakan untuk menimbulkan medan magnet motor, tipe *wound rotor* yang menggunakan lilitan (*coil*) untuk membuat elektromagnet, dan tipe *ferrite* magnet yang menggunakan *ferrite* magnet permanen. Akhir-akhir ini *ferrite* magnet banyak digunakan dan telah dikembangkan karena lebih kompak, ringan, ekonomis serta menggunakan motor DC.

Motor *wiper* tipe *ferrite* menggunakan 3 *brush*: *brush* kecepatan rendah, *brush* kecepatan tinggi, dan *brush* biasa (untuk massa). Gambar 2-4 menunjukkan motor *wiper*.



Gambar 2-4 Motor *wiper* [10].

Gambar 2-5 merupakan ilustrasi kecepatan bolak-balik pada *wiper* sebuah mobil. Umumnya kecepatan *wiper* terbia menjadi tiga, yaitu high(kecepatan tinggi), intermittent(kecepatan sedang), dan low(kecepatan rendah) [8]. Walaupun pada saat ini kecepatan putar *wiper* semakin banyak variasi tetapi semua berasal dari awalnya yang hanya terbagi menjadi terbagi menjadi kecepatan utama yang sudah disebut sebelumnya.



Gambar 2- 5 Posisi tuas *wiper* [8].

Gambar 2-5 merupakan ilustrasi kecepatan bolak-balik pada *wiper* sebuah mobil. Umumnya kecepatan *wiper* terbia menjadi tiga, yaitu high(kecepatan tinggi), intermittent(kecepatan sedang), dan low(kecepatan rendah) [8]. Walaupun pada saat ini kecepatan putar *wiper* semakin banyak variasi tetapi semua berasal dari awalnya yang hanya terbagi menjadi terbagi menjadi kecepatan utama yang sudah disebut sebelumnya.

2.2.4 Gaya gesekan

Kondisi saat dua benda yang bersinggungan antara satu atau lebih permukaan lain. Saat diamati bila dilakukan pergerakan antar permukaan akan mengakibatkan adanya perlawanan pada permukaan sehingga lebih berat. Kondisi tersebut adalah gesekan antar permukaan, gaya yang bekerja pada antar permukaan menunjukkan gaya gesekan.

Gesekan yang terjadi adalah kondisi nilai hilangnya energi antar permukaan yang terjadi akibat kontak dan gerak relatif pada permukaan yang memiliki gaya yang melawan [11].

Gaya gesekan merupakan hasil dari interaksi antara interatomic adhesi pada dua permukaan. Gaya gesekan dapat dikurangi dengan mengurangi interaksi antar interiatomik adhesi permukaan. Kondisi seperti memberi air untuk mengeliminasi gesekan antar permukaan. Pemberian air memberikan lapisan tambahan pada kontak antar permukaan [12]. Hal tersebut menyebabkan

penurunan nilai Gaya gesek secara signifikan. Oleh karena itu semakin berkembangnya waktu, permukaan yang ingin dilakukan pengurangan Gaya gesekan dapat diberi cairan kimia yang hidrofobik [13].

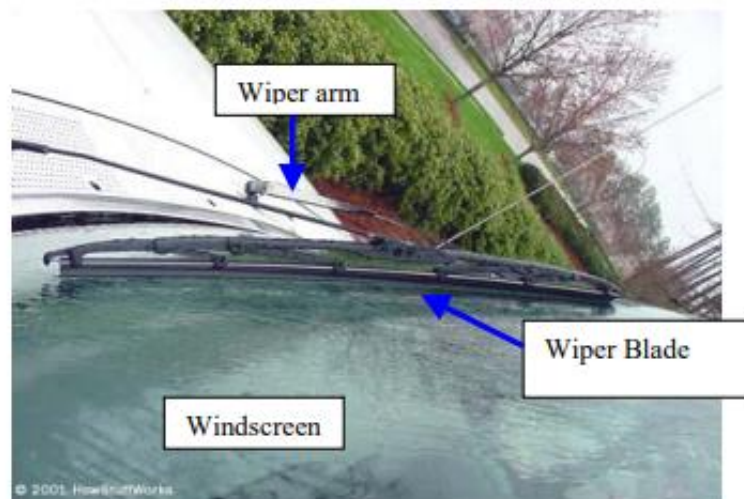


Gambar 2-6 Demonstrasi pengukuran [12].

Ketika dua benda saling bersinggungan satu dengan yang lainnya, apabila diamati pergerakannya seperti dilawan oleh suatu gaya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-6. Fenomena ini adalah gesekan (*friction*), sedangkan gaya yang bekerja di dalamnya disebut gaya gesek (*friction force*). Gesekan atau friction adalah bentuk dari hilangnya energi yang terjadi diantara dua permukaan yang saling kontak dan bergerak relatif, dan sering dinyatakan sebagai gaya yang melawan. Gesekan diuraikan dengan Gaya gesek (μ). Gaya gesek adalah suatu fungsi area kontak antara dua permukaan, sifat dan kekuatan yang saling mempengaruhi [12].

2.2.5 Gesekan karet *wiper*

Gesekan pada karet, terjadi seperti bahan *rigid* lain, hasil dari pergesekan antara karet dan permukaan berupa adesi dan regangan. Karet yang bekerja dengan bersentuhan secara terus menerus dapat mengakibatkan deformasi cepat. Gesekan antara karet dengan kaca dapat menyebabkan turunnya kualitas karet yang digunakan sehingga diperkirakan penggunaan dapat bertahan selama 6- 12 bulan yang didapat dari penelitian yang menguji karet *wiper* dengan diberi tekanan [12]. Gambar 2-4 merupakan ilustrasi pergerakan dari *wiper* di kaca mobil.



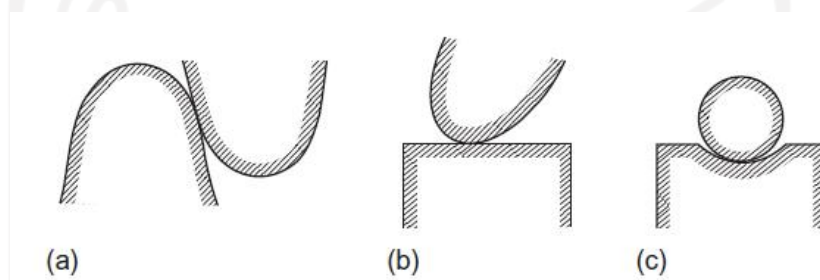
Gambar 2-4 Ilustrasi gesekan kaca dengan *wiper* [14].

2.2.6 Tribologi

Tribologi menurut buku *Tribology. Friction and Wear of Engineering Materials* didefinisikan sebagai cabang ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkaitan dengan interaksi permukaan dalam gerakan relatif dan dengan hal-hal terkait, dan mencakup studi tentang gesekan, keausan, pelumasan, dan desain *bearings* [15]. Walaupun tribologi mempelajari tentang gesekan, pada keperluan tertentu gesekan dibutuhkan tetapi dalam kebutuhan yang rendah bahkan dibutuhkan gesekan yang seminimal mungkin. Contoh gesekan yang dibutuhkan walaupun dengan nilai gesekan yang kecil berupa sambungan pencahangan manusia dan sambungan jembatan. Gesekan yang terjadi pada *bearing* dan roda gigi pada mesin dapat terjadi panas, oleh karena itu gesekan diminimalisir untuk meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Kondisi lain membutuhkan gesekan yang cukup besar untuk mencapai nilai efisien yang bagus. Contoh kasus yang membutuhkan nilai gesekan yang tinggi adalah pada rem dan kopling, gesekan yang efisien dapat menghilangkan energi kinetik dan mentransfer torsi. Contoh lain dibutuhkan gesekan tinggi adalah gesekan antara ban mobil dan permukaan jalan [16].

Pergesekan akibat gerakan antara dua permukaan yang sama-sama bergerak dapat mengakibatkan cepat terjadi penurunan performa pada material [15]. Kondisi tertentu aus yang sangat kecil pada kondisi lain juga bisa sangat

besar. Aus dapat menyebabkan kerusakan yang berakibat jarak antar komponen yang bergerak makin besar. Hal itu menjadi akibat pergerakan antar komponen yang tidak presisi. Pergerakan yang tidak presisi mengakibatkan getaran berlebih dan meningkatkan kecepatan pakai hingga komponen terjadi kelelahan. Gambar 2-5 merupakan ilustrasi interaksi antar permukaan yang membutuhkan pelumasan untuk menghasilkan kinerja yang maksimal. Pelumasan yang optimal dapat mengurangi aus yang terjadi antara gesekan permukaan. Keausan dapat diturunkan dengan pemilihan pelumas yang tepat dan jumlah pelumasan yang tepat.



Gambar 2- 5 Ilustrasi interaksi antar permukaan, (a) roda gigi, (b) *cam*, dan (c) bola pejal dengan *bearing* [15].

Nilai pemakaian yang tinggi dapat diabaikan dengan diasah dan dipoles. Fakta penting untuk mengurangi nilai gesekan adalah dengan memberikan pelumas pada system. Walaupun pada system tidak diberikan pelumas-pelumas buatan, pelumas alami seperti air, angin, dan kelembaban udara memiliki peranan yang cukup penting pada interaksi antara permukaan [15]. Penerapan ilmu tribologi dapat mengurangi biaya penggantian dan perawatan komponen. Penerapan ilmu tribologi akan memaksimalkan efisiensi komponen mekanikal.

2.2.7 Pelumasan

Pelumas berfungsi sebagai perantara di permukaan lapisan material dengan kekuatan geser yang lebih rendah daripada permukaan itu sendiri, atau antarpermukaan. Dalam beberapa sistem yang dilumasi, pelumas mungkin tidak sepenuhnya mencegah kontak kekasaran, meskipun menguranginya dan juga dapat mengurangi daya rekat di antara permukaan. Dalam kasus lain, pelumas benar-benar memisahkan permukaan. Jadi untuk tingkat yang lebih besar atau

lebih kecil, penggunaan pelumas akan selalu mengurangi laju keausan geser dan ini adalah manfaat penting lainnya dari pelumasan [16].

Berbagai macam bahan (gas, cairan atau padatan) dapat digunakan sebagai pelumas. Lebih mudah untuk membedakan antara berbagai jenis pelumasan. Dalam pelumasan hidrodinamik, permukaan dipisahkan oleh fluida yang biasanya tebal dibandingkan dengan ketinggian permukaan bantalan. Tekanan hidrostatik dalam lapisan hanya menyebabkan distorsi elastis kecil pada permukaan, yang untuk pendekatan pertama dapat dianggap sebagai benda tegar. *Elastohydrodynamic* menggambarkan kasus di mana tekanan lokal dalam pelumas sangat tinggi dan lapisan pelumas sangat tipis sehingga deformasi elastis permukaan tidak lagi dapat diabaikan; memang, itu adalah fitur penting dari sistem pelumasan ini. Dalam pelumasan, permukaan dipisahkan oleh lapisan-lapisan molekul yang teradsorpsi, biasanya diletakkan dari minyak atau gemuk yang mengandung pelumas batas yang sesuai; Namun demikian, kontak kekasaran yang cukup dapat terjadi. Pelumas padat berfungsi dengan menyediakan film antarmuka padat yang menunjukkan kekuatan geser rendah atau menghasilkan antarmuka dengan kekuatan geser rendah [15].

2.2.8 Tribometer

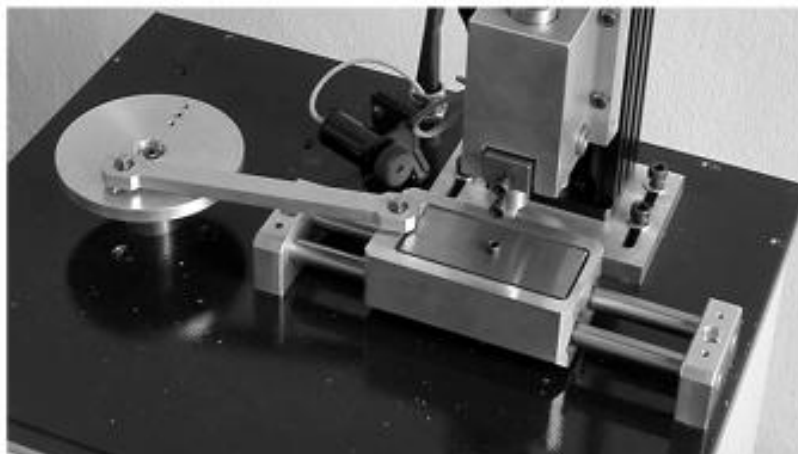
Kata tribologi pertama kali dilaporkan dalam laporan tengara oleh Jost (1966.). Kata tersebut berasal dari kata Yunani tribos yang berarti menggosok, jadi terjemahan literalnya adalah ilmu menggosok. Kamus mendefinisikan tribologi sebagai ilmu dan teknologi permukaan yang berinteraksi dalam gerakan relatif dan subjek serta praktik terkait. Tribologi adalah seni menerapkan analisis operasional pada masalah yang sangat penting secara ekonomi, yaitu keandalan, pemeliharaan, dan keausan peralatan teknis, mulai dari pesawat ruang angkasa hingga peralatan rumah tangga [14].

Tribometer (tribotester) adalah nama umum yang diberikan untuk mesin atau perangkat yang digunakan untuk melakukan pengujian dan simulasi keausan, gesekan, dan pelumasan yang merupakan subjek studi tribologi. Seringkali tribometer sangat spesifik dalam fungsinya dan dibuat oleh pabrikan yang ingin menguji dan menganalisis kinerja jangka panjang produk mereka.

Interaksi permukaan dalam antarmuka tribologis sangat kompleks, dan pemahamannya membutuhkan penelitian dengan analisis teoretis dari proses gesekan dan keausan serta konstruksi tribometer yang berbeda dapat disimpulkan bahwa masalah tribometri terkait tidak hanya dengan tribologi, tetapi dengan banyak ilmu teoretis lainnya (dinamika, teori konstruksi, elektronik, dan lainnya). Semua ini menyiratkan perlunya pendekatan multidisiplin untuk masalah ini, baik dari aspek teoretis maupun teknik. Pengetahuan tentang berbagai disiplin ilmu termasuk fisika, kimia, matematika terapan, mekanika padat, mekanika fluida, termodinamika, perpindahan panas, ilmu material, reologi, pelumasan, desain mesin, kinerja dan kehandalan [14].

2.2.9 Gerak *Reciprocating*

Gerak melingkar berosilasi diwujudkan dengan menggunakan cakram dan batang khusus. Disk khusus dipasang pada poros motor dan poros disk spesimen di bawah pelat dasar. Disk dihubungkan melalui jalan darat dengan panjang yang dapat disesuaikan. Desain komponen ini memenuhi persyaratan kecepatan yang diberikan. Untuk disk khusus bergerak bolak-balik linier, pemegang jalan dan pelat digunakan. Dudukan pelat dipasang pada pilar pemandu melalui pemandu dengan bola, yang memastikan gerakan presisi dengan gesekan yang sangat kecil. Spesimen pelat diposisikan dan disambung dengan sekrup pada dudukan pelat. Panjang gerakan bolak-balik tergantung pada diameter piringan. Contoh tribometer reciprocate ada pada gambar 2-6.



Gambar 2- 6 Tribometer *reciprocate*.

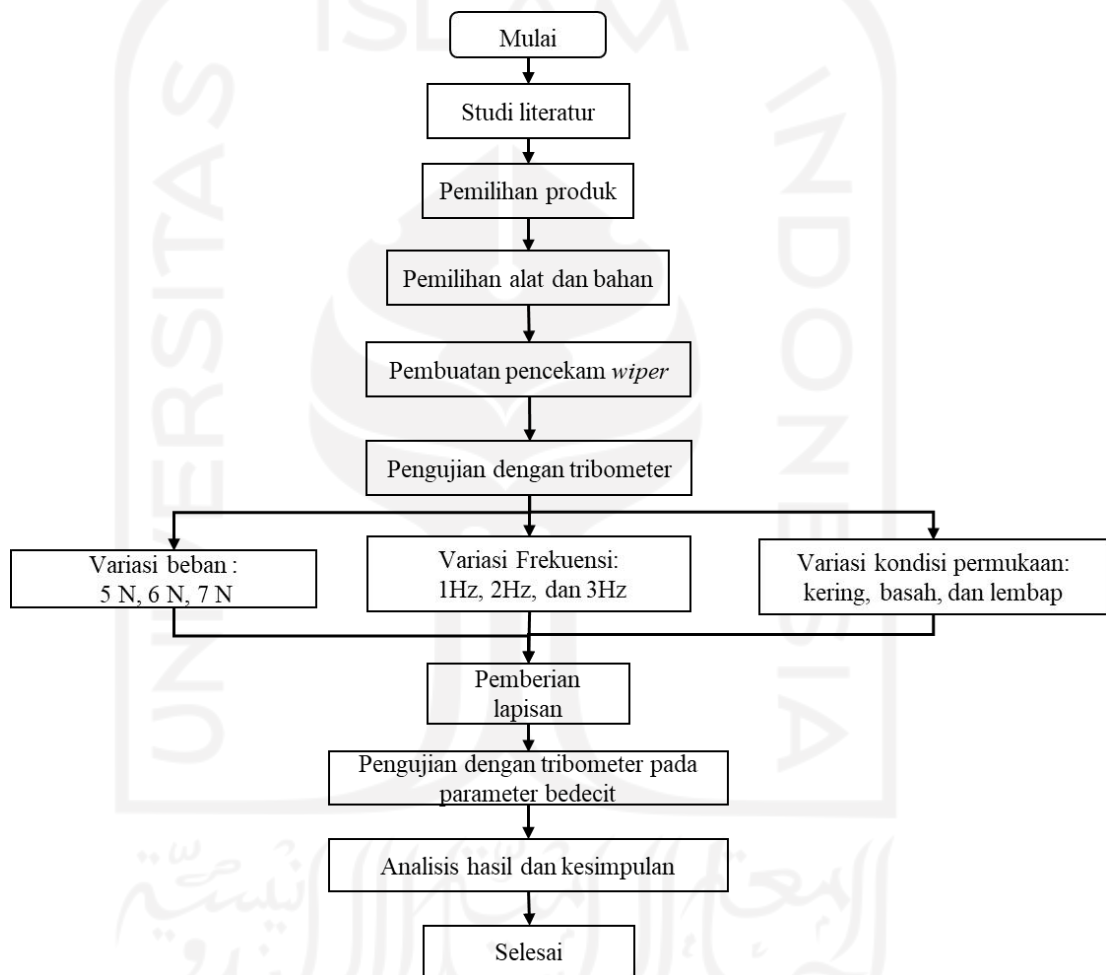
Tribometer yang ada pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dapat melakukan gerak reciprocating dengan menggunakan parameter sudut, frekuensi, dan beban.



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Bagan alur penelitian untuk melakukan penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3-1 di bawah ini.



Gambar 3- 1 Bagan alur penelitian.

3.2 Peralatan dan Bahan

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa alat dan bahan untuk dilakukan penelitian untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan. Tabel 3-1 berisi alat dan tabel 3-2 berisi bahan-bahan yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini agar dapat berjalan sesuai alur

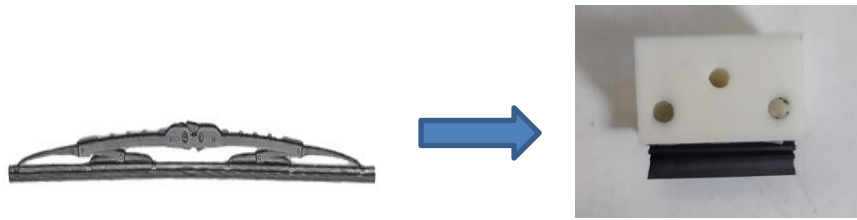
Tabel 3-1 Alat

No.	Peralatan	Fungsi
1.	Laptop	Perangkat yang digunakan untuk mencari kajian pustaka dan pengumpulan data
2.	Solidworks 2017	Aplikasi untuk membuat pencekam yang sesuai dengan ukuran pencekam di tribometer
3.	<i>Pencekam on disc tribometer</i>	Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian Gaya gesekan
4.	<i>Flashdisk</i>	Penyimpanan data sementara
5.	Printer 3D	Perangkat untuk mencetak pencekam
6.	Perangkat komputer Laboratorium Teknik Mesin UII	Perangkat menyimpan data pengujian tribometer

Tabel 3-2 Bahan

No.	Peralatan	Fungsi
1.	<i>Wiper merk bosch</i>	Bahan uji
2.	<i>Polycarbonate (Fillament 3D print)</i>	Bahan yang digunakan untuk membuat pencekam
3.	Kaca depan mobil dengan ukuran 10x10 cm	Media <i>disc</i> untuk pengujian
4.	Air	Pengondisian kaca agar lembap dan basah
5.	<i>Kit water repellent</i>	Pelapis kaca
6.	<i>Nanotech glass cleaner rain drop</i>	Pelapis kaca
7.	<i>S-pro glass coating</i>	Pelapis kaca

3.3 Pemodelan sistem *wiper* mobil menjadi model eksperimen



Gambar 3-2 Ilustrasi gagang wiper dimodelkan dengan pencekam di tribometer.

Gambar di atas menunjukkan gagang wiper yang digunakan untuk dipasangkan pad mobil dimodelkan dengan pencekam yang digunakan pada mesin tribometer. Ukuran yang digunakan pada pencekam sebesar 3,1 cm sedangkan ukuran wiper yang ada pada awalnya berukuran 14 inch.

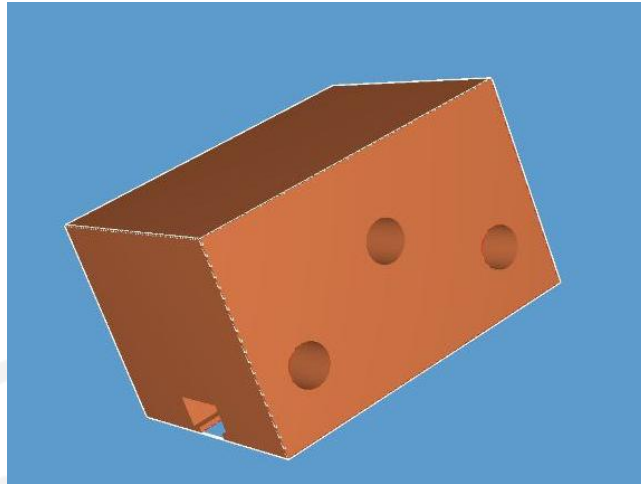


Gambar 3-3 Tribometer menjadi pengganti motor *wiper* yang ada pada mobil.

Gambar 3-3 merupakan ilustrasi tribometer yang digunakan untuk melakukan fungsi dari motor *wiper*. Tribometer akan memberikan gerakan *reciprocating* pada kaca seperti pada motor *wiper* mobil yang menggerakkan wiper. Jika di mobil bagian yang bergerak adalah *wiper* sedangkan di pengujian yang bergerak adalah kaca yang dipasang di mesin tribometer.

3.4 Pembuatan Pencekam

Pencekam dari bawaan alat tribometer berupa logam pejal yang digunakan untuk menguji gesekan permukaan yang berhubungan dengan pejal sehingga tidak dapat digunakan untuk menjepit karet *wiper*. Pencekam dibuat berdasarkan bentuk umum yang ada pada sebuah batang *wiper*. Gambar di bawah adalah desain pencekam yang digunakan pada tribometer *pin on disc*.



Gambar 3- 4 Desain pencekam pada tribometer.

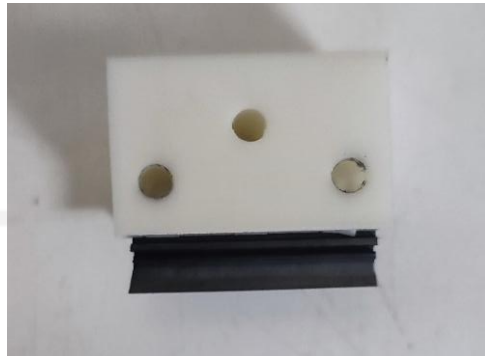
Spesimen uji yang dibuat menggunakan karet *wiper* dengan merk Bosch ukuran 14 inch yang dipotong menjadi 31 cm agar bisa dipasang di pencekam tribometer. Merk tersebut dipilih karena memiliki reputasi yang bagus pada produk karet *wiper*. Pencekam tribometer terbuat dari *polycarbonate* yang tersedia pencetakan printer 3D. Pencekam tribometer dibuat beberapa variasi agar menyesuaikan dengan kondisi yang sebenarnya. Gambar 3-3 adalah pencekam yang sudah dicetak menggunakan printer 3D yang dicetak berdasarkan desain yang sudah dibuat di Solidwork.



Gambar 3- 5 Pencekam setelah dicetak menggunakan printer 3D.

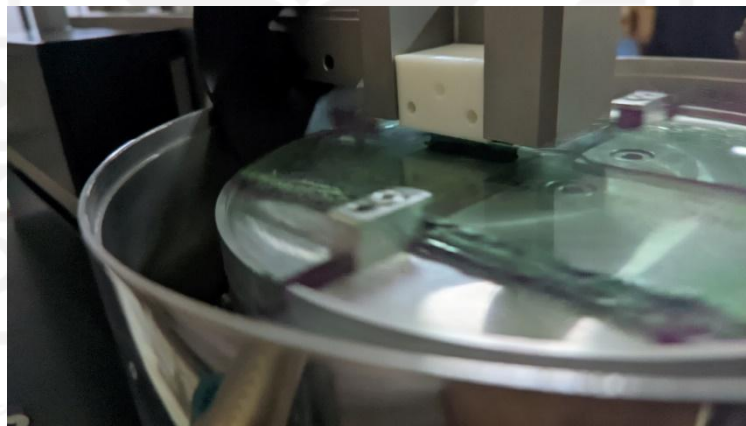
Pencekam *wiper* dibuat karena pencekam bawaan yang ada pada tribometer *pencekam on disc* tidak dapat mencekam *wiper*. Pencekam *wiper* yang dibuat untuk mengakomodasi bentuk *wiper* dan kelenturan karet *wiper*. Bentuk tersebut dibuat agar karet *wiper* tidak bergeser dan penakanan yang yang merata

pada karet *wiper*. Gambar 3-4 merupakan pencekam yang sudah dipasang karet *wiper*.



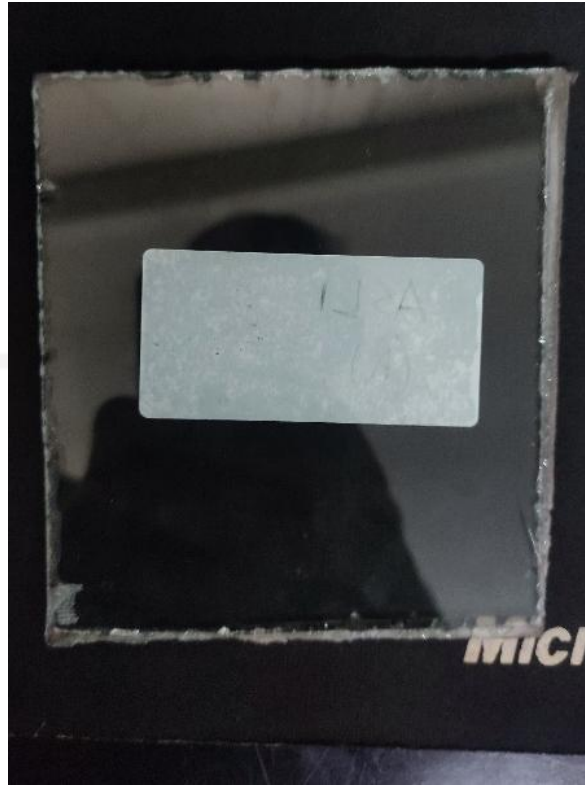
Gambar 3- 6 Pencekam dengan *wiper* yang sudah terpasang.

Spesimen *wiper* dibuat berukuran 3,1 cm untuk memaksimalkan ukuran yang bisa dimasukkan pada pencekam tribometer. Pada gambar 3-5 adalah pencekam yang sudah dipasang pada tribometer.



Gambar 3- 7 Pencekam yang sudah dipasang pada tribometer.

Pemotongan kaca mobil bagian depan dari mobil merk toyota untuk dijadikan *disc* yang digunakan pada tribometer. Kondisi kaca yang dipotong merupakan kaca bekas yang sudah lama terkena panas matahari langsung dan hujan. Kaca hanya dicuci dengan sabun cuci piring. Kaca yang dipotong berukuran sekitar 10 cm x 10 cm. Gambar 3-6 adalah kaca yang sudah dipotong menggunakan gerinda.



Gambar 3- 8 Kaca mobil yang sudah dipotong.

3.5 Preparasi pengujian dengan tribometer

Pengujian dengan tribometer dilakukan dengan parameter yang didapat dari penelitian sebelumnya, nilai beban yang diberikan pada *wiper* sebesar 5 N, 6 N, dan 7 N yang ditemukan pada penelitian yang dilakukan menggunakan penelitian yang didapat dari sensor beban tekanan angina [5]. Penelitian tersebut mendapatkan nilai beban dari tekanan angina saat berjalan. Nilai 4 N mewakili kecepatan mobil saat 60 km/jam. Sehingga beban 5 N mewakili 75 km/jam, beban 6 N mewakili kecepatan 90 km/jam, dan beban 7 N mewakili kecepatan 105 km/jam.

Variasi juga diberikan pada nilai frekuensi dari frekuensi 1 Hz, 2 Hz, dan 3 Hz. Variasi tersebut didapat dari indikator yang ada pada tribometer, jika diberikan frekuensi lebih dari tiga dapat menyebabkan sudut osilasi hanya 65°.

Variasi berikutnya adalah kondisi permukaan dari kaca. Kondisi permukaan kaca dilakukan dengan penyemprotan pada kaca secara langsung saat dibutuhkan kondisi basah dan dilap secukupnya untuk kondisi lembap pada kaca. Pengujian dilakukan selama tiga menit setiap percobaan. Pengujian dilakukan

menggunakan tribometer *pencekam on disc* yang ada pada gambar 3-7 di bawah ini, alat tersebut terdapat di Laboratorium Teknik Mesin UII.



Gambar 3-9 Tribometer *pencekam on disc*.

Pengujian tribometer dibarengi dengan mendengarkan suara gesekan antara kaca dan *wiper*. Pendengar memosisikan diri dekat dengan bagian kaca dan *wiper* sehingga dapat mengeliminasi suara mesin tribometer yang cukup kencang sehingga menutupi suara decitan kaca dengan *wiper* jika menggunakan pengukur decibel dan frekuensi suara yang umum ditemui dipasaran. Hal itu merupakan metode kualitatif untuk mengukur terdengar suara decitan pada penelitian ini. Setelah melakukan pengujian dengan beberapa variasi menghasilkan kondisi-kondisi suara decitan.

Pengujian dilakukan dengan beberapa indikator tetap. Indikator didapat dari penyesuaian kondisi sebenarnya dengan alat tribometer. Kondisi yang didapat dari pengamatan pada pergerakan *wiper* pada mobil. Tabel 3-3 merupakan

indikator tetap pada pengujian menggunakan tribometer pengecam *pin on disc* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin UII.

Parameter yang didapat dari pengujian yang dilakukan pada tribometer secara langsung, maka didapat beberapa parameter tetap pada penelitian ini. Parameter tetap yang dibuat berdasarkan pengamatan pada kondisi sebenarnya dan disesuaikan dengan kapasitas yang ada pada tribometer. Waktu yang diambil cukup tiga menit karena setelah dilakukan pengujian selama lima dan sepuluh menit memiliki hasil yang tidak berbeda jauh sehingga untuk mempersingkat waktu pengujian dilakukan pengujian selama tiga menit. Waktu yang dipakai tiga menit sehingga dapat memperbanyak variasi untuk pengujian yang dilakukan pada karet *wiper*. Parameter sudut osilasi diambil 90° karena sudut maksimal pada mesin sedangkan pada kondisi umum pada sebuah mobil memiliki sudut 90° . Tabel 3-3 merupakan parameter tetap pada pengujian dengan tribometer

Tabel 3-3 Parameter

Parameter input tetap	
Sudut osilasi	90°
Waktu	3 menit
<i>Weartrack</i>	50 mm

3.6 Perlakuan setelah Ditemukan Decitan

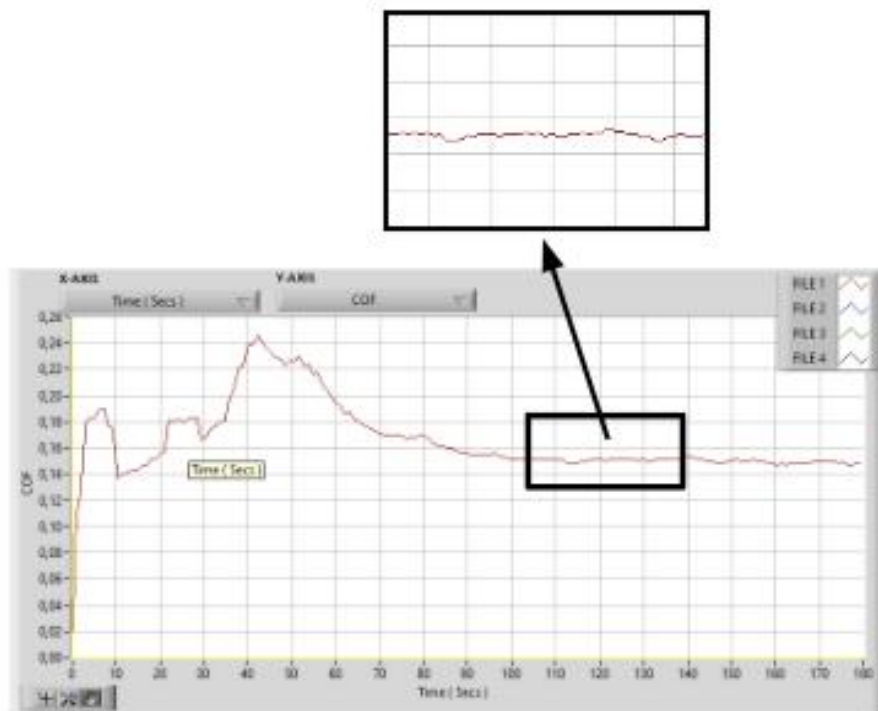
Setelah pengujian yang sudah dilakukan dengan menggunakan tribometer ditemukan suara decitan maka diberikan beberapa variasi produk pelapisan pada kaca mobil. Diberikan tiga produk pelapisan untuk memberikan pengaruh pada suara decitan dan koefisien gesekan. Produk tersebut adalah kit *water repellent*, Nanotech *glass cleaner rain drop*, dan S-pro *glass coating*. Ketiga produk tersebut memiliki klaim untuk melapisi kaca sehingga memberikan efek hidropobik pada kaca. Produk tersebut dipilih karena paling banyak dibeli di toko daring. Pemberian diberikan pada kaca yang berbeda namun tetap satu merk sehingga dapat dibandingkan hasil setelah diberikan pelapisan pada kaca.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Gaya Gesekan dan Penentuan Suara Decitan

Parameter Gaya gesekan yang diambil adalah pada kondisi grafik mengalami nilai yang stabil setelah mencapai puncak. Gambar 4-1 di bawah adalah nilai yang diambil sebagai nilai Gaya gesekan.



Gambar 4- 1 Grafik Gaya gesekan.

Suara decitan didapat menggunakan penelitian secara kualitatif dengan telinga untuk mendapatkan suara yang spesifik ada pada karet *wiper*. Penggunaan alat berupa *smartphone* dan pengukur *noise* umum tidak dapat memisahkan frekuensi suara karena suara dari mesin tribometer menutupi suara decitan yang ada pada *wiper*. Penentuan suara decitan yang didengarkan menggunakan telinga dengan jarak 5 cm dari karet wiper dengan kaca. Estimasi suara yang didapat diubah menjadi skala 1-5 yang diasumsikan dengan skala berikut:

1 = suara embusan nafas (10 dB)

2 = suara nyamuk (20 dB)

3 = suara siulan (40 dB)

4 = suara tepuk tangan (50 dB)

5 = suara besi beradu (70 dB)

Estimasi tersebut didapatkan dari membandingkan suara antara kondisi suara decitan dengan estimasi yang berdasarkan suara yang ada pada kondisi lingkungan. Sehingga nilai yang didapat berupa estimasi yang berdasarkan pendengaran manusia.

4.2 Hasil Pengujian Sebelum Perlakuan

Bagian hasil pengujian berikut berisi hasil pengujian gesekan dengan mendengarkan suara gesekan antara *wiper* dan kaca dengan menggunakan tribometer. Pengujian dilakukan sebelum diberikan perlakuan pada kaca.

4.2.1 Gaya gesekan dan suara dengan variasi frekuensi

Pengujian dengan variasi frekuensi sebesar 1 Hz, 2 Hz, dan 3 Hz dengan beban 5 N dan sudut osilasi 90°. Pada tabel 4-1 di bawah ini menunjukkan perbandingan data untuk perbedaan frekuensi.

Tabel 4- 1 Gaya gesek dengan perbandingan frekuensi

Percobaan	Gaya Gesekan(N)			Rerata	Standar Deviasi	Rerata Skala Suara
1 Hz	0.661	0.729	0.543	0.644	0.0768	0
2 Hz	0.661	0.654	0.721	0.678	0.0300	2
3 Hz	0.979	1.17	1.23	1.126	0.1070	1

Pengujian yang dilakukan pada variasi frekuensi terdapat nilai Gaya gesekan yang semakin naik pada perbedaan nilai frekuensi. Nilai tertinggi ada pada pengujian dengan variasi frekuensi 3 Hz dengan nilai gaya gesekan sebesar 1,126 N.

Variasi frekuensi terdapat suara decitan yang terjadi pada frekuensi 2 Hz dan frekuensi 3 Hz. Nilai tertinggi estimasi suara yang terdengar oleh telinga ada pada skala 2, nilai tersebut didapat pada frekuensi 2 Hz. Hal tersebut tidak

berbanding lurus dengan nilai koefisien gesekan. Teori yang ada pada penelitian yang dilakukan pada penelitian Koenen. Secara teori pada penelitian tersebut adalah semakin tinggi nilai gesekan maka semakin terdapat bunyi decitan [2].

4.2.2 Gaya gesekan dan suara dengan variasi beban

Pengujian berikutnya, parameter yang diubah adalah beban dengan variasi 5 N, 6 N, dan 7 N. parameter tetap pada pengujian ini adalah frekuensi 2, sudut osilasi 90⁰, dan kondisi kering. Tabel 4-2 di bawah ini adalah hasil dari pengujian dengan variasi beban.

Pengujian ini menghasilkan nilai Gaya gesekan tertinggi pada kondisi beban 7 N walaupun pada setiap pengujian terjadi suara decitan dengan skala mencapai 4. Nilai gaya gesekan yang terjadi pada beban 7 N adalah 1,073 N±0,114114 dengan skala suara mencapai 4.

Tabel 4- 2 Gaya gesek dengan perbandingan beban

Percobaan	Gaya Gesekan(N)			Rerata	Standar Deviasi	Rerata Skala Suara
5 N	0.661	0.546	0.721	0.6426	0.0726	2
6 N	0.784	0.97	0.678	0.8106	0.12069	3
7 N	1.027	1.23	0.962	1.073	0.11414	4

4.2.3 Koefisien gesekan dan suara dengan variasi kondisi permukaan

Pengujian berikutnya, parameter yang diubah adalah perbedaan kondisi permukaan kaca. parameter tetap pada pengujian ini adalah frekuensi 2 Hz, sudut osilasi 90⁰, dan beban 5 N. Tabel 4-3 di bawah ini adalah hasil dari pengujian dengan variasi kondisi permukaan kaca. Kondisi permukaan saat kering dilakukan dengan cara mengelap dengan lap kering hingga benar-benar kering. Kondisi permukaan lembap diberikan penyemprotan air mengalir dan dilakukan pengelapan sekali usap. Kondisi permukaan dilakukan dengan cara penyemprotan saat dilakukan gerakan osilasi pada tribometer.

Hasil pengujian berikut didapat data nilai gaya gesekan tertinggi terdapat pada kondisi lembab dengan nilai $0,7416 \text{ N} \pm 0.0787$. Sedangkan decitan suara hanya muncul pada kondisi kering dengan skala 2.

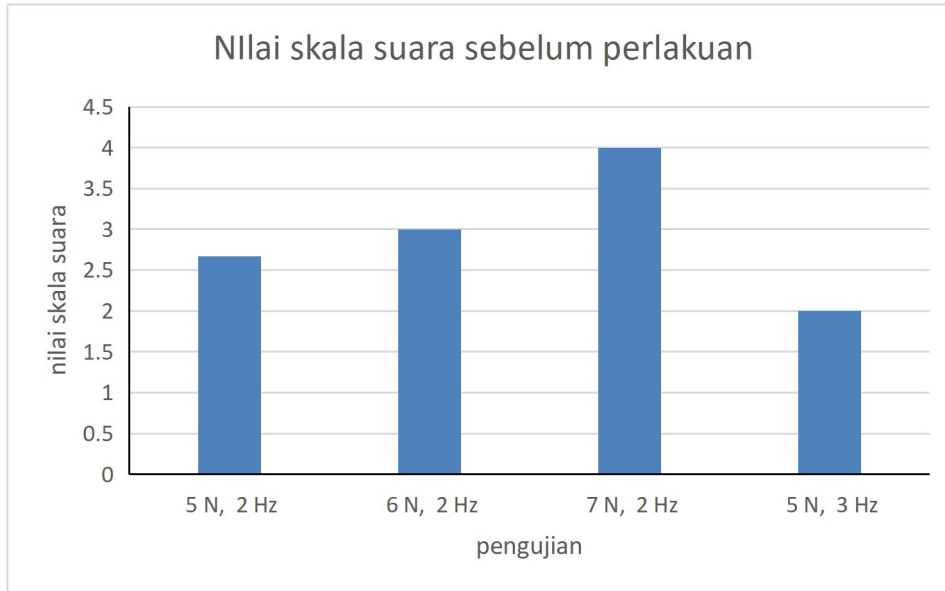
Kondisi permukaan kering memiliki nilai gaya gesekan sebesar 0.6426 N , kondisi tersebut menghasilkan suara decitan dengan estimasi skala suara yang didengar telinga sebesar 2. Menurut teori yang dilakukan pada penelitian sebelumnya kondisi lembab memiliki Gaya gesekan tertinggi.

Tabel 4-3 Gaya gesek dengan perbandingan kelembapan

Percobaan	Gaya gesekan (N)			Rerata	Standar deviasi	Rerata skala suara
kering	0.661	0.546	0.721	0.6426	0.0726	2
lembap	0.684	0.688	0.853	0.7416	0.0787	0
basah	0.348	0.413	0.533	0.4313	0.0766	0

4.2.4 Analisis dan pembahasan sebelum perlakuan

Sebelum perlakuan diberikan pada kaca. Sebagai catatan, kondisi kaca yang digunakan merupakan kaca bekas yang sudah lama terkena panas dan hujan. Kaca bekas tersebut hanya dicuci untuk membersihkan dari debu yang tebal. Kondisi *wiper* yang dipakai adalah baru. Sebagai pencekam karet *wiper* dibuat dari 3D print. Pengujian dilakukan untuk mencari kondisi yang menghasilkan bunyi decitan. Dari parameter yang didapat dari beberapa sumber. Setelah didapat parameter berupa perbedaan frekuensi, beban dan kondisi permukaan. Setelah didapat parameter maka dilakukan pengujian dengan waktu tiga menit tiap pengujian dan pengulangan tiga kali setiap percobaan. Gambar 4-2 di bawah ini merupakan grafik nilai suara yang dihasilkan setelah pengujian didapat bunyi decitan pada beberapa kondisi.



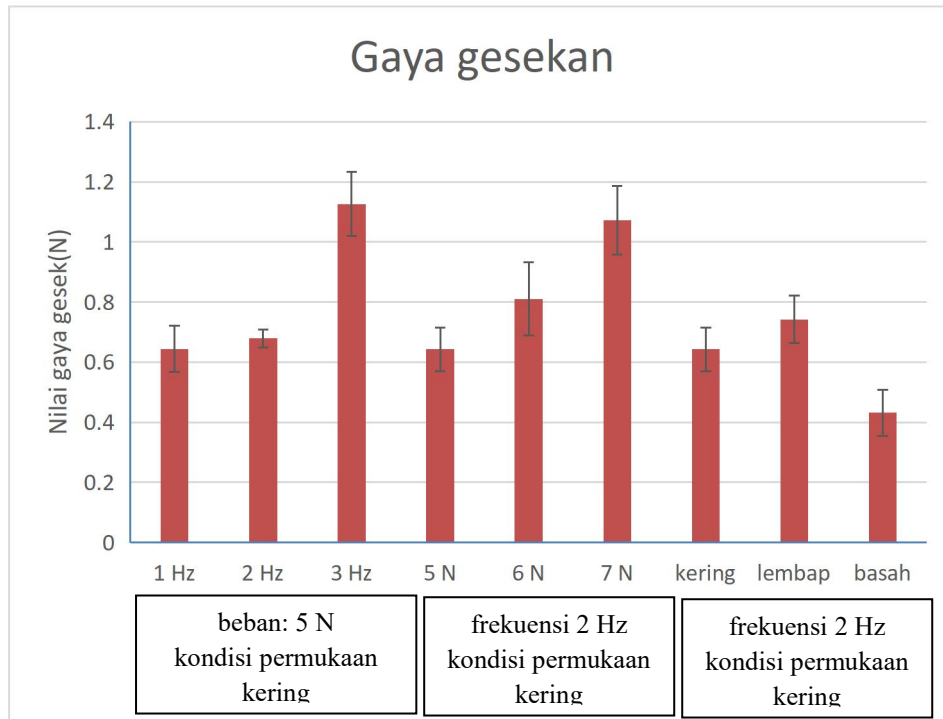
Gambar 4- 2 Grafik nilai skala suara sebelum perlakuan

Didapat data bunyi decitan terjadi pada kondisi variasi berikut:

- Beban 5 N dengan frekuensi 2 Hz,
- Beban 5 N dengan frekuensi 3 Hz,
- beban 6 N dengan frekuensi 2 Hz,
- Beban 7 N dengan frekuensi 2 Hz.

Suara decitan terbesar ada pada beban 7 N dengan frekuensi 2 Hz. Skala suara decitan pada kondisi tersebut adalah 4. Gaya gesekan yang didapat pada bagian tersebut adalah $0,154 \pm 0,00899$. Walaupun suara decitan tertinggi tetapi Gaya gesekan yang didapat bukan yang tertinggi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yusaku Fujii, kondisi suara decitan tertinggi terjadi pada kondisi lembap [3] tetapi pada penelitian ini tidak terjadi sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yusaku Fujii. Menurut pendapat saya hal itu terjadi karena perbedaan kondisi *wiper* dan kondisi kaca.

Gambar 4-3 menunjukkan grafik dari pengujian Gaya gesekan sebelum diberikan perlakuan. Terlihat nilai Gaya gesekan tertinggi terdapat pada variabel beban 5 N dengan frekuensi 3 Hz. Setelah dibandingkan semakin bertambah nilai beban dan frekuensi maka semakin bertambah nilai gaya gesekan yang terjadi. Kondisi beban terbesar yaitu 7 N menghasilkan suara decitan terbesar.



Gambar 4- 3 Grafik nilai koefisien gesekan sebelum diberikan perlakuan.

4.3 Setelah Perlakuan

4.3.1 Pemberian lapisan dengan merk Kit *water repellent*

Perlakuan diberikan pada kaca mobil dengan cara penggunaan sesuai petunjuk yang ada pada kemasan kit *water repellent*. Merk ini dipilih karena banyak ditemui di swalayan dan mudah dicari di swalayan umum. Pengujian dilakukan pada kondisi yang muncul decitan pada pengujian sebelum perlakuan. Pengujian dilakukan pada variasi 5 N(frekuensi 2 Hz), 5 N(frekuensi 3 Hz), 6 N(frekuensi 2 Hz), 6 N(frekuensi 2 Hz).

Pemberian kit *water repellent* untuk menjadi pelapis pada kaca dilakukan sesuai dengan petunjuk yang ada pada kemasan. Pemberian dilakukan dengan menyemprotkan kit *water repellent* ke kaca seperti pada gambar 4-4 di bawah ini.



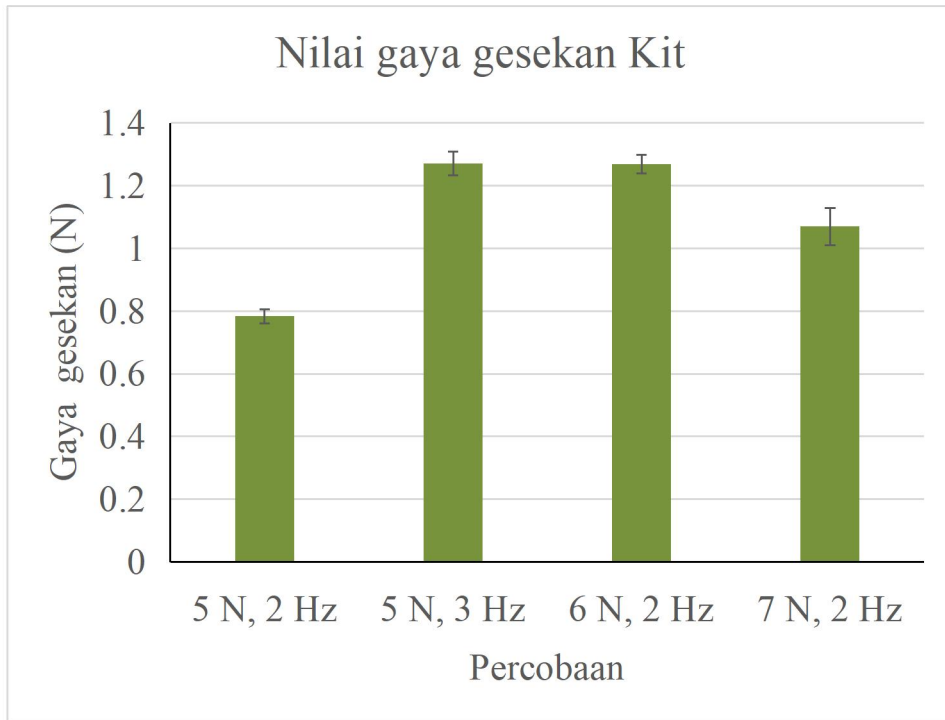
Gambar 4- 4 Pemberian perlakuan dengan kit ke kaca.

Hasil dari pengujian ini menghasilkan nilai suara yang didapat hanya mencapai skala 1. Pada pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai perbedaan nilai Gaya gesek dan nilai suara sebelum dan setelah perlakuan.

Hasil tabel 4-4 berikut dapat dilihat nilai hasil pengujian pada variasi frekuensi. Terdapat hasil berupa nilai Gaya gesekan dan rerata skala estimasi suara. Pengujian yang dilakukan dengan pengulangan sebanyak tiga kali.

Setelah pengujian didapat nilai Gaya mengalami kenaikan pada semua pengujian setelah perlakuan. Nilai tertinggi nilai Gaya gesekan pada pengujian dengan pelapisan kaca dengan kit water repellent adalah sebesar $1.271 \text{ N} \pm 0,0079$.

Gambar 4-5 merupakan grafik dari pengujian dengan diberi *kit water repellent*. Nilai tertinggi terjadi pada variasi beban 5 N dengan frekuensi 3 Hz dengan rerata mencapai $0,229 \pm 0,0079$.



Gambar 4- 5 Grafik Gaya gesekan pengujian perlakuan Kit *water repellent*.

Pengujian dengan pelapisan merk kit masih tetap terjadi suara decitan walaupun tidak sebesar suara decitan pada pengujian sebelum diberi perlakuan. Nilai tertinggi skala estimasi suara decitan adalah sebesar 1 pada variabel beban 5N frekuensi 3 Hz dan variable beban 6 N frekuensi 2 Hz

Tabel 4- 4 Hasil pengujian

Frekuensi	Beban (N)	Gaya Gesekan(N)			Rerata	Standar Deviasi	Rerata Skala Suara
2 Hz	5 N	0.796	0.802	0.752	0.783	0.0222	0
3 Hz	5 N	1.239	1.324	1.25	1.271	0.0377	1
2 Hz	6 N	1.293	1.227	1.285	1.268	0.0294	1
2 Hz	7 N	1.103	1.119	0.987	1.069	0.0588	0

Gambar 4-4 merupakan nilai Gaya gesekan setelah kaca diberikan kit *water repellent* untuk melapisi kaca.

Nilai Gaya tertinggi pada variabel pengujian 5N dengan frekuensi 3 Hz. Semakin besar nilai Gaya gesekan dapat memperpendek usia pakai karet *wiper*.

4.3.2 Pemberian lapisan dengan merk S-pro

Perlakuan diberikan pada kaca mobil dengan cara penggunaan sesuai petunjuk yang ada pada kemasan merk S-pro. Merk ini dipilih karena penjualan merk ini melalui *e-commerce* merupakan salah satu yang memiliki penjualan terbanyak dan ulasan yang memuaskan dari pembeli. Pengujian dilakukan pada kondisi yang muncul decitan pada pengujian sebelum perlakuan. Pengujian dilakukan pada variasi 5 N (frekuensi 2 Hz), 5 N (frekuensi 3 Hz), 6 N (frekuensi 2 Hz), 6 N (frekuensi 2 Hz).

Pemberian S-pro untuk menjadi pelapis pada kaca dilakukan sesuai dengan petunjuk yang ada pada kemasan. Pemberian dilakukan dengan menyemprotkan S-pro ke kaca seperti pada gambar 4-6 di bawah ini.



Gambar 4- 6 Pemberian S-pro pada kaca.

Hasil dari pengujian ini menghasilkan nilai suara yang didapat hanya mencapai skala 1. Pada pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai perbedaan nilai Gaya gesek dan nilai suara sebelum dan setelah perlakuan.

Hasil tabel 4-5 berikut dapat dilihat nilai hasil pengujian pada variasi frekuensi. Terdapat hasil berupa nilai Gaya gesekan dan rerata skala estimasi suara. Pengujian yang dilakukan dengan pengulangan sebanyak tiga kali untuk menghasilkan persebaran data dan memberikan nilai hasil yang lebih baik.

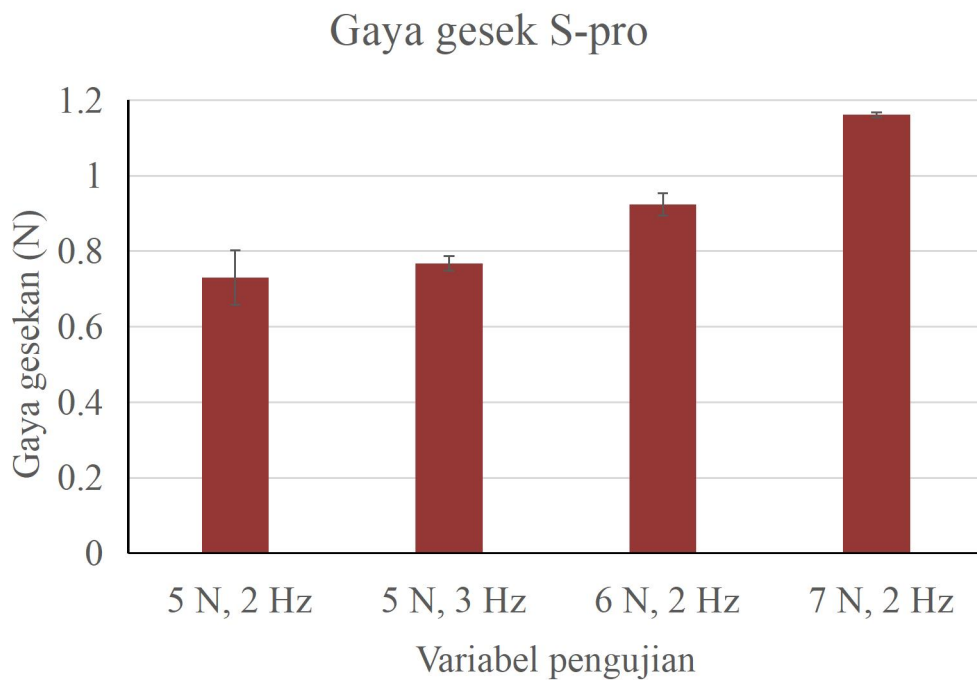
Setelah pengujian didapat nilai Gaya tidak berbeda cukup signifikan daripada semua pengujian setelah perlakuan. Nilai tertinggi nilai Gaya gesekan pada pengujian dengan pelapisan kaca dengan merk S-pro adalah sebesar 1.161 N \pm 0.0071 yang didapat pada pengujian beban 7 N

Pengujian dengan pelapisan merk S-pro masih tetap terjadi suara decitan walaupun tidak sebesar suara decitan pada pengujian sebelum diberi perlakuan. Nilai tertinggi skala estimasi suara decitan adalah sebesar 1 pada variabel beban 5N frekuensi 3 Hz dan variable beban 6 N frekuensi 2 Hz.

Tabel 4- 5 Pengujian dengan pemberian lapisan kaca merk S-pro

Frekuensi	Beban (N)	Gaya Gesekan (N)			Rerata	Standar Deviasi	Rerata Skala Suara
2 Hz	5 N	0.827	0.827	0.827	0.729	0.0721	0
3 Hz	5 N	0.769	0.769	0.769	0.767	0.0192	0
2 Hz	6 N	0.965	0.965	0.965	0.924	0.0299	1
2 Hz	7 N	1.168	1.168	1.168	1.161	0.0071	1

Gambar 4-7 menunjukkan nilai Gaya gesekan pada kaca setelah diberikan S-pro untuk melapisi kaca. Terlihat pada grafik, tinggi batang pada grafik tidak berbeda signifikan antar variabel. Percobaan pada variabel 5 N frekuensi 2 Hz memiliki cakupan variasi data yang paling besar dengan nilai \pm 0,0721.



Gambar 4- 7 Grafik Gaya gesekan merk S-pro.

4.3.3 Pemberian lapisan dengan merk Nanotech

Perlakuan diberikan pada kaca mobil dengan cara penggunaan sesuai petunjuk yang ada pada kemasan merk Nanotech. Merk ini dipilih karena produk ini sering terlihat menjadi sponsor *youtuber-youtuber* otomotif. Pengujian dilakukan pada kondisi yang muncul decitan pada pengujian sebelum perlakuan. Penujian dilakukan pada variasi 5 N(frekuensi 2 Hz), 5 N(frekuensi 3 Hz), 6 N(frekuensi 2 Hz), 6 N(frekuensi 2 Hz).

Gambar 4-8 di bawah merupakan proses perlakuan pada kaca. Perlakuan dilakukan dengan memberikan semprotan pada kaca sesuai dengan petunjuk pemakaian yang ada pada botol produk. Petunjuk pemakaian yang ada pada botol mengarahkan untuk melakukan penyemprotan secara merata dan dilap setelah itu didiamkan selama minimal 8 jam untuk hasil yang maksimal.



Gambar 4- 8 Pemberian Nanotech pada kaca.

Hasil dari pengujian ini menghasilkan nilai suara yang didapat hanya mencapai skala 1. Pada pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai perbedaan nilai Gaya gesek dan nilai suara sebelum dan setelah perlakuan.

Hasil tabel 4-6 berikut dapat dilihat nilai hasil pengujian pada variasi frekuensi. Terdapat hasil berupa nilai Gaya gesekan dan rerata skala estimasi suara. Pengujian yang dilakukan dengan pengulangan sebanyak tiga kali untuk menghasilkan persebaran data dan memberikan nilai hasil yang lebih baik.

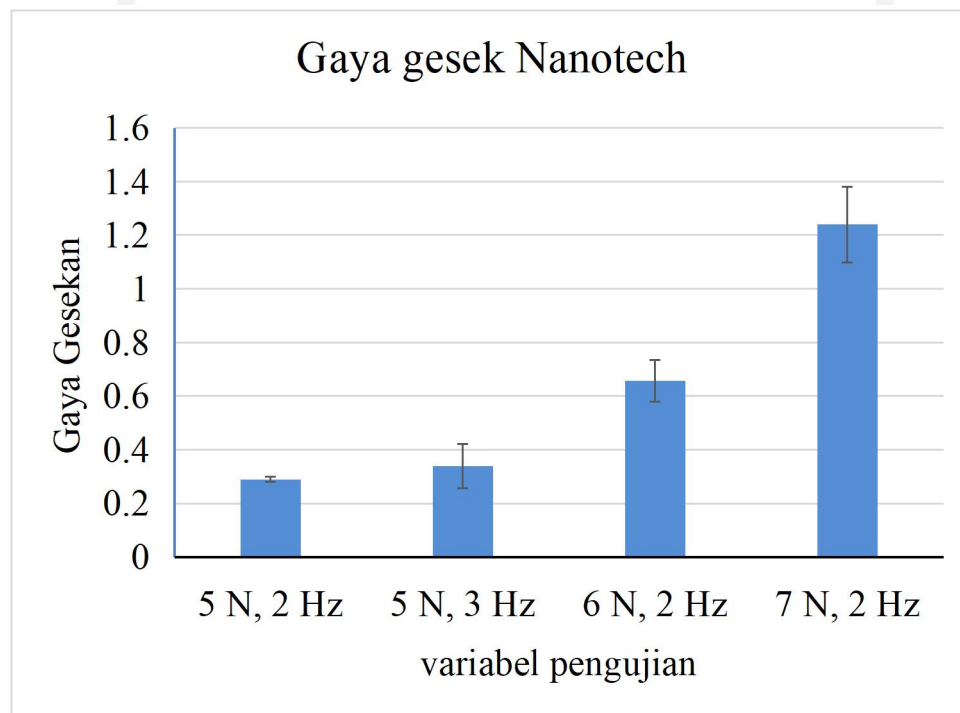
Setelah pengujian didapat nilai Gaya mengalami penurunan pada semua pengujian setelah perlakuan. Nilai tertinggi nilai gaya gesekan pada pengujian dengan pelapisan kaca dengan merk Nanotech adalah sebesar $1.239 \text{ N} \pm 0.14092$ yang didapat pada pengujian beban 7 N.

Tabel 4- 6 Hasil pengujian dengan merk Nanotech

Frekuensi	Beban (N)	Gaya Gesekan (N)			Rerata	Standar Deviasi	Rerata Skala Suara
2 Hz	5 N	0.298	0.298	0.298	0.290	0.01053	0
3 Hz	5 N	0.286	0.286	0.286	0.339	0.08213	0
2 Hz	6 N	0.511	0.511	0.511	0.656	0.07775	1
2 Hz	7 N	1.123	1.123	1.123	1.239	0.14092	1

Pengujian dengan pelapisan merk Nanotech masih tetap terjadi suara decitan walaupun tidak sebesar suara decitan pada pengujian sebelum diberi perlakuan. Nilai tertinggi skala estimasi suara decitan adalah sebesar 1 pada variabel beban 5N frekuensi 3 Hz dan variable beban 6 N frekuensi 2 Hz.

Gambar 4-9 menunjukkan nilai Gaya gesekan pada kaca setelah diberikan Nanotech untuk melapisi kaca. Terlihat pada grafik, tinggi batang pada grafik tidak berbeda signifikan antar variabel. Percobaan pada variabel 7 N frekuensi 2 Hz memiliki cakupan variasi data yang paling besar dengan nilai $\pm 0,14092$.



Gambar 4-9 Grafik Gaya gesekan merk Nanotech.

4.4 Analisis dan Pembahasan Setelah diberi Perlakuan

Perlakuan diberikan ke kaca yang berbeda sehingga jumlah kaca menjadi ada tiga buah. Kaca yang dipakai merupakan potongan dari sebuah kaca mobil bagian depan dengan merk Toyota. Kaca diberikan pelapisan dengan produk yang ada di pasaran. Produk tersebut dapat dengan mudah dibeli masyarakat. Sehingga penelitian ini dapat memiliki manfaat bagi masyarakat umum. Perlakuan diberikan sesuai dengan anjuran yang ada pada kemasan. Pelapisan yang diberikan berasal dari merk kit dengan kandungan utama *hydrophobic*

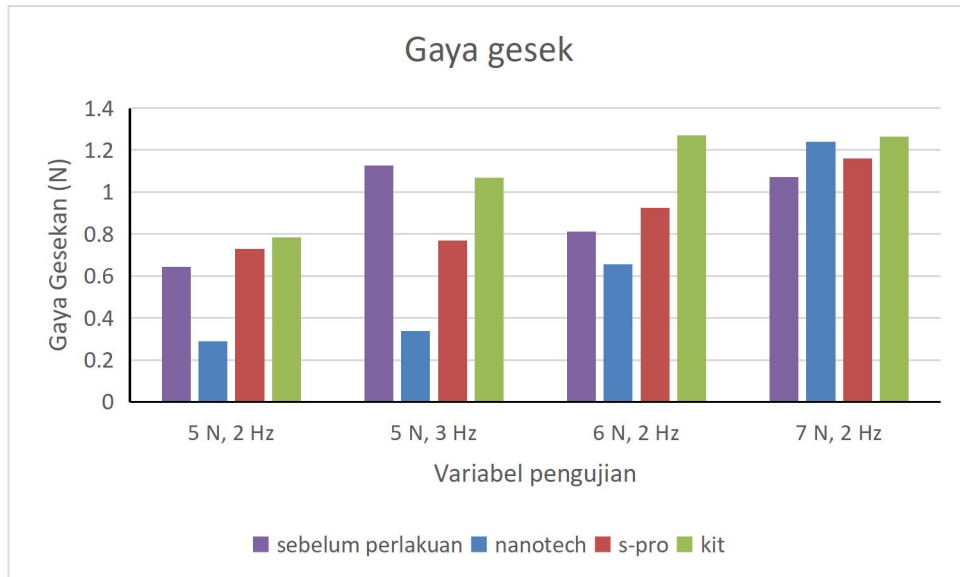
polymer dan *nonionic surfactant*, merk S-pro dengan kandungan utama ethanol, dan merk nanotech dengan kandungan utama ethanol. Produk tersebut memiliki klaim dapat membuat air hujan tidak langsung menempel di kaca atau biasa disebut hidrofobik.

Setelah perlakuan didapat data nilai Gaya gesekan pada tabel 4-7 di bawah ini. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa setelah diberi perlakuan sebagian besar mengalami kenaikan. Kenaikan terbesar didapat pada kondisi setelah diberi perlakuan pada merk Kit dengan nilai 0,229. Nilai tersebut didapat pada variable 5 N dengan frekuensi 3 Hz. Namun pada pemberian merk S-pro didapat nilai Gaya gesekan paling kecil bahkan dibandingkan dengan sebelum diberikan perlakuan. Hal itu dapat memperpanjang usia pakai *wiper*.

Tabel 4- 7 Perbandingan Gaya gesekan sebelum dan sesudah

Percobaan	Nilai Rerata Gaya Gesekan (N)			
	Sebelum Perlakuan	Kit	S-Pro	Nanotech
5 N, 2 Hz	0.643	0.783	0.7297	0.2902
6 N, 2 Hz	1.126	1.0697	0.7677	0.3392
7 N, 2 Hz	0.811	1.271	0.9243	0.6563
5 N, 3 Hz	1.073	1.263	1.1612	1.2397

Gambar 4-10 menunjukkan grafik perbandingan nilai Gaya gesekan pada pengujian setelah diberikan perlakuan setelah ditemukan decitan. Nilai tertinggi gaya gesekan pada pengujian merk kit dengan nilai mencapai 1,2397. Melalui pengamatan pada grafik, terlihat bahwa produk merk Nanotech menurunkan nilai Gaya gesekan pada sebagian besar pengujian. Sehingga produk Nanotech dapat meringankan kinerja karet *wiper*.



Gambar 4- 10 Grafik nilai Gaya gesekan setelah decitan.

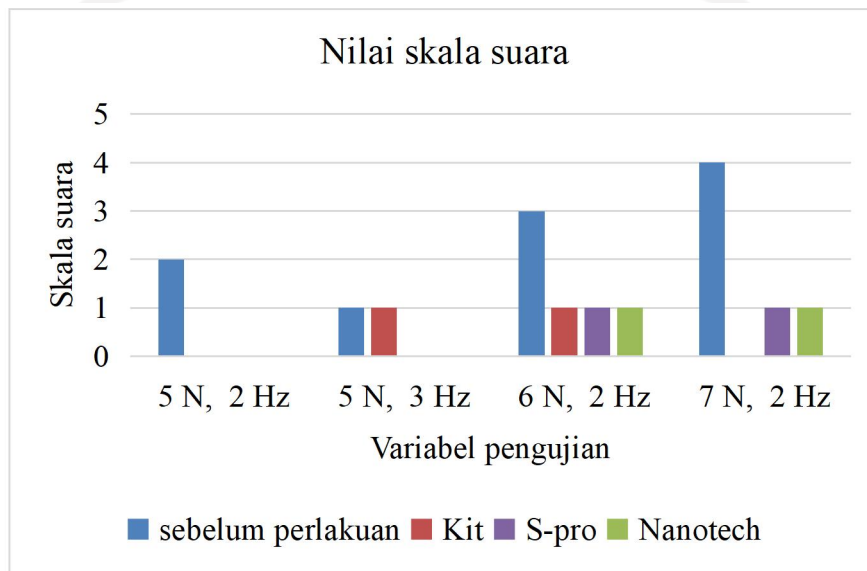
Setelah adanya perlakuan maka percobaan dilakukan pada variasi beban 5 N dengan frekuensi 2 Hz, variasi beban 5 N dengan frekuensi 3 Hz, variasi beban 6 N dengan frekuensi 2 Hz, dan variasi beban 7 N dengan frekuensi 2 Hz. Pada tabel 4-8 di atas didapat nilai Gaya gesekan setelah dilakukan perlakuan.

Tabel 4- 8 Perbandingan nilai skala suara sebelum dan sesudah

Pengujian	Rerata			
	Sebelum perlakuan	Kit	S-pro	Nanotech
5 N, 2 Hz	2	0	0	0
5 N, 3 Hz	1	0	0	0
6 N, 2 Hz	3	1	1	1
7 N, 2 Hz	4	1	1	1

Setelah dilakukan pengujian dapat dibandingkan skala suara antara sebelum dan sesudah perlakuan. Pada tabel 4-8 di atas didapat penurunan nilai suara pada pengujian yang mengalami bunyi decitan sebelumnya. Penurunan cukup signifikan terjadi pada variasi beban 7 N dengan frekuensi 2 Hz, nilai

selisih yang didapat sebesar 3. Oleh karena itu dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan pelapis kaca dapat mengurangi suara decitan walaupun meningkatkan nilai Gaya gesekan. Terdapat pada gambar 4-11 yang merupakan grafik perbandingan nilai estimasi suara hasil pengujian. Setelah perlakuan dapat terlihat bahwa variabel beban dapat memberikan pengaruh pada suara decitan, semakin besar beban yang diberikan dapat menyebabkan bunyi decitan lebih besar.



Gambar 4- 11 Grafik perbandingan suara decitan.



Gambar 4- 12 Jejak bekas gesekan karet *wiper* dengan Nanotech.

Setelah diberikan pelapisan dapat mengurangi suara decitan tetapi pada pengujian nanotech memberikan sisa gesekan berupa bekas jejak karet sehingga meningkatkan nilai gaya gesekan tetapi menghasilkan bunyi decitan yang signifikan. Gambar 4-12 merupakan gambar bekas karet yang ada pada kaca.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Gaya gesekan yang terjadi pada *wiper* dengan kaca bernilai tertinggi pada kondisi parameter frekuensi 3 Hz, beban 5 N, dan kondisi kering. Nilai Gaya yang didapat sebesar 1,126 N.
2. Terjadi suara decitan pada perobaan berikut
 - a. kondisi kering dengan beban 5 N, (frekuensi 2 Hz),
 - b. kondisi kering dengan beban 5 N, (frekuensi 3 Hz).
 - c. kondisi kering dengan beban 6 N, (frekuensi 2 Hz),
 - d. kondisi kering dengan beban 7 N, (frekuensi 2 Hz),Kondisi tersebut skala suara diatas satu. Suara decitan tertinggi pada kondisi kering dengan beban 7 N. Gaya gesekan pada beban 7 N tersebut adalah 1,073 N.
3. Penggunaan pelapis kaca dapat menurunkan tingkat suara decitan antara kaca dengan *wiper* tetapi menaikkan nilai koefisien gesek pada pengujian Gaya gesekan yang dapat memperpendek umur pakai karet *wiper*.

5.2 Saran

1. Pengujian *noise* dapat ditingkatkan dengan penggunaan alat yang lebih sensitif.
2. Variasi pengujian *wiper* dapat diperbanyak, seperti perbedaan jenis karet *wiper*, perbedaan model *wiper*, dan pengondisian karet *wiper*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ahmad, “Studi Eksperimental Dan Analisa Pengaruh Ethylene Propylene Diene Monomers (EPDM) Pada Wiper Blade,” vol. 8, no. 1, 2019.
- [2] A. Ñ. Koenen and A. Sanon, “Tribological and vibroacoustic behavior of a contact between rubber and glass (application to wiper blade),” vol. 40, pp. 1484–1491, 2007, doi: 10.1016/j.triboint.2007.01.004.
- [3] Y. Fujii, “Method for measuring transient friction coefficients for rubber wiper blades on glass surface,” vol. 41, pp. 17–23, 2008, doi: 10.1016/j.triboint.2007.04.003.
- [4] S. Cadirci, S. E. Ak, B. Selenbas, and H. Gunes, “Numerical and Experimental Investigation of Wiper System Performance at High Speeds,” vol. 10, no. 3, pp. 861–870, 2017, doi: 10.18869/acadpub.jafm.73.240.26527.
- [5] G. Bódaí and T. J. Goda, “Tribology International Sliding friction of wiper blade : Measurement , FE modeling and mixed friction simulation,” *Tribology Int.*, vol. 70, pp. 63–74, 2014, doi: 10.1016/j.triboint.2013.07.013.
- [6] F. Cars, “WINDSHIELD For Cars , Trucks and Vans,” 2021.
- [7] O. Dobre, “A Tribological Investigation of Windscreen Wiper Performance By,” no. October, 2016.
- [8] N. Sumarna, “Evaluation Of The Performance Of Front Winshield Wipers On Land Transport Safety,” vol. 2, no. 4, pp. 7–14, 2013.
- [9] M. Fagervall and M. Nyman, “MASTER ’ S THESIS Optimal windshield cleaning performance Optimal windshield cleaning performance,” 2000.
- [10] S. Wiper, D. A. N. Washer, and T. Kijang, *No Title*. 2015.
- [11] C. Material, “Topic : Friction,” 2017.
- [12] H. Zhang, *2 - Surface characterization techniques for polyurethane biomaterials*. Elsevier Ltd, 2016.
- [13] C. Gables, “u1 Heparin Elution Branching units Internal Closely-packed Surface groupS,” vol. 1, no. 19, 2003.

- [14] N. Marjanovic, B. Tadic, B. Ivkovic, and S. Mitrovic, "Design of Modern Concept Tribometer with Circular and Reciprocating Movement," vol. 28, no. 3, pp. 3–8, 2006.
- [15] I. Hutchings, *Tribology*. .
- [16] A. Iwabuchi, M. Uchidate, H. Liu, T. Miura, and T. Shimizu, *The effect of dissolved ions on tribological properties in water*, vol. 48. Elsevier Masson SAS, 2005.

