

## Perancangan Awal Mesin Bleeding Untuk Optimalisasi Proses Perawatan Sistem Rem Hidrolik Pada Kendaraan Minibus

Rolan Siregar<sup>1\*</sup>, Ismawan Akbar<sup>1</sup>, Didik Sugiyanto<sup>1</sup>, Yefri Chan<sup>1</sup>, Herry Susanto<sup>1</sup>, Husen Asbanu<sup>1</sup>, Yendi Esye<sup>2</sup>, Ario Kurnianto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

\*Koresponden : [rolansiregar@ft.unsada.ac.id](mailto:rolansiregar@ft.unsada.ac.id)

### Abstrak

Sistem pengereman merupakan salah satu safety aktif pada kendaraan. Jika ada kegagalan dalam sistem pengereman akan sangat berbahaya bagi pengemudi dan orang disekitarnya. Kegagalan sistem pengereman terjadi dikarenakan adanya udara dan uap air. Yang berada di saluran minyak rem, yang mengakibatkan tekanan minyak rem yang dihasilkan dari master rem berkurang. Maka dilakukannya perawatan dan perbaikan sistem rem secara berkala. Salah satu cara perawatan sistem rem adalah dengan melakukan bleeding atau membuang udara dari saluran rem dari lubang napel caliper rem. Metode bleeding rem salah satunya dengan manual bleeding rem dan ada juga yang digunakan oleh bengkel resmi menggunakan alat yang cukup besar dimensinya, tetapi kurang efisien dalam proses perawatan sistem rem hidrolik. Maka dari itu dirancanglah mesin bleeding rem yang dapat meningkatkan efisiensi dalam proses bleeding rem hidrolik. Mesin yang dirancang adalah mesin bleeding pneumatic yang menggunakan komponen tambahan pneumatic dan besi hollow sebagai rangkanya. Mesin bleeding yang dibuat menggunakan tekanan pressure sebesar 34 Psi sampai dengan 38 Psi. Dan menggunakan tekanan vacuum -3 Psi sampai dengan -5 Psi. Dengan waktu yang dibutuhkan dalam proses bleeding rem hidrolik lebih singkat. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat untuk pengembangan mesin bleeding rem hidrolik selanjutnya.

**Kata kunci:** Bleeding; Kegagalan rem; Perawatan rem; Rem hidrolik

### Abstract

The braking system is an active safety for vehicles. If there is a failure in the braking system it will be very dangerous for the driver and people around it. Braking failure occurs due to the presence of air and water vapor. Which is in the brake fluid line, which causes the brake fluid pressure produced by the brake master to decrease. So, maintenance and repair of the brake system is carried out regularly. One way to maintain the brake system is to bleed or remove air from the brake line from the brake caliper naple hole. One method of bleeding the brakes is manual bleeding of the brakes and there are also those used by official workshops using tools that are quite large in dimensions, but are less efficient in the process of maintaining the hydraulic brake system. Therefore, a brake bleeding machine was designed which can increase efficiency in the hydraulic brake bleeding process. The machine designed is a pneumatic bleeding machine which uses additional pneumatic components and hollow iron as the frame. The bleeding machine is made using a pressure of 34 Psi to 38 Psi. And uses vacuum pressure -3 Psi to -5 Psi. The time required for the hydraulic brake bleeding process is 5 minutes. It is hoped that this research can be useful for the further development of hydraulic brake bleeding machines.

**Keywords:** Bleeding; Brake failure; Brake maintenance; Hydraulic brake

## 1. Pendahuluan

Salah satu penyebab kecelakaan berkendara adalah diakibatkan sistem pengereman yang abnormal. Pada rem hidrolik masalah yang paling sering terjadi adalah vapor lock (terdapat udara di selang rem)[1]. Ketika proses perawatan berkala pada kendaraan sudah tiba maka sangat penting dilakukan perawatan khusus pada sistem rem.

Tujuannya adalah untuk menghindari vapor lock, vapor lock sering dikenal dengan angin palsu oleh teknisi lapangan dan pengemudi. Angin palsu atau vapor lock ditandai dengan hilangnya gaya tekan pedal rem dan tidak ada respon untuk mengurangi laju kendaraan. Penyebab kegagalan sistem rem di kendaraan bukan hanya karena *vapor lock* tetapi juga volume minyak rem dibawah batas minimum, hingga kampas dan piston rem yang rusak. Piston atau kampas yang rusak atau aus karena faktor usia pakai. Untuk mencegahnya, sebenarnya bisa dilakukan pemeriksaan berkala setelah kendaraan menempuh jarak 10.000 km. Faktor lain penyebab rem blong atau kegagalan rem adalah selang minyak rem yang tersumbat [2]. Umumnya, mobil penumpang menggunakan sistem pengereman dengan tekanan fluida dari minyak rem. Oleh karena itu, kondisi minyak rem dan selang minyak yang berukuran kecil sangat penting diperhatikan. Sering membuka tutup tabung minyak rem bisa menyebabkan kotoran masuk ke tabung dan kotoran bisa menyumbat selang akibatnya fungsi pengereman tidak berfungsi dengan baik. Penyebab lainnya adalah, seal, piston rem, dan master rem yang sudah aus[3]. Ada beberapa penyebab selain faktor usia, yakni kualitas minyak rem yang sudah tidak bagus karena telah expired atau karena terkontaminasi akibat sering membuka tutup tabung minyak rem [4].

Kasus kegagalan rem yang sangat riskan dapat menimbulkan kecelakaan besar karena kendaraan biasanya tidak dapat dikendalikan sehingga bisa menimbulkan kecelakaan beruntun hingga korban luka-luka bahkan korban kematian[5][6]. Oleh karena itu, servis sistem pengereman harus dilakukan sebagaimana mestinya dengan standar operasional yang ada. Salah satu servis rem yang membutuhkan perhatian khusus adalah proses pembuangan udara dari selang rem hidrolis, yang disebut dengan proses *bleeding*.

Proses *bleeding* dengan menggunakan mesin *bleeding* rem dilakukan untuk mendapatkan hasil proses *bleeding* yang optimal[7]. Proses *bleeding* dengan manual memiliki kelemahan yaitu tidak adanya tolak ukur untuk menentukan apakah pembuangan udara rem sudah habis atau tidak, diperlukannya dua orang, kuantitas minyak rem lebih banyak dikeluarkan, waktu yang terlalu lama [8]. Selain itu, mesin *bleeding* yang sudah ada dipasaran sebelum adanya perubahan memiliki kelemahan pada ukuran yang terlalu besar sehingga sulit untuk proses pemindahan ketika perawatan rem dilakukan. Maka dari itu dilakukan pengembangan mesin *bleeding* yang lebih optimal untuk mempermudah proses perawatan sistem rem. Sebagai rumusan masalah dalam penelitian ini yang dilakukan adalah bagaimana spesifikasi rancangan mesin *bleeding* yang lebih optimal, berapa tekanan angin yang dibutuhkan dalam proses *bleeding*, berapa lama waktu dalam proses *bleeding* sebelum dan sesudah pengembangan mesin *bleeding*. Maka masalah tersebut merupakan topik yang dibahas dalam artikel penelitian ini.

## 2. Landasan Teori

Proses *bleeding* pada rem merupakan proses mengeluarkan gelembung udara yang terjebak dalam sistem rem. Proses *bleeding* perlu dilakukan untuk menghindari masalah yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara dalam sistem rem, misalnya pedal rem yang terasa lemah saat diinjak atau injakan pedal rem yang terlalu dalam. Dalam prosesnya banyak cara yang digunakan untuk *bleeding* rem, setiap teknisi mempunyai caranya masing-masing sesuai dengan fungsinya. Terdapat beberapa jenis *bleeding* yang bisa diaplikasikan pada sistem kendaraan yaitu manual *bleeding* (*single stroke bleeding*) di mana metode ini merupakan metode yang paling sering digunakan yang membutuhkan dua orang untuk mengerjakannya. Satu orang bertugas untuk memberi petunjuk berupa aba-aba dan membuka napel *bleeding*, sedangkan satu orang yang lainnya bertugas untuk menginjak pedal rem secara perlahan sesuai aba-aba yang diberikan, lalu udara dari selang rem dikeluarkan sampai habis. Jenis selanjutnya adalah *vacuum bleeding* di mana metode ini menggunakan alat penghisap (*vacuum*) khususnya yang terpasang pada skrup *bleeder* untuk menarik minyak rem dan gelembung udara keluar dari sistem rem, kelebihan metode ini adalah hanya memerlukan satu orang teknisi saja[9]. Metode lainnya adalah *gravity bleeding* di mana metode ini dilakukan dengan membuka napel *bleeding* dan membiarkan minyak rem keluar dengan sendirinya.

Penyebab kegagalan sistem rem salah satunya adalah kekurangan minyak rem sehingga udara bisa masuk dikarenakan fluida rem yang berada di reservoir kurang atau bahkan kosong[10]. Tentunya udara akan sangat mudah masuk dan menyebabkan rem kemasukan udara. Udara memiliki sifat yang dapat dimampatkan. Selanjutnya adalah akibat kelalaian penggantian minyak rem. Pada saat proses penggantian minyak rem melalui reservoir jika tidak dilakukan dengan benar maka akan ada udara yang masuk saat penggantian tersebut. Terakhir, akibat penggantian komponen sistem rem. Penggantian komponen pada sistem rem akan mengakibatkan terbukanya lubang saluran minyak rem, contoh *wheel cylinder* rem, pipa rem, master rem. Maka pada penelitian ini diperlukan *bleeding* rem untuk membuang udara yang masuk didalam saluran minyak rem.

Vakum berasal dari bahasa Latin “*vacuo*” yang artinya ruangan tidak ada udara, sedangkan istilah teknik nya adalah suatu ruangan yang mempunyai kerapatan gas yang sangat rendah. Untuk menjelaskan keadaan vakum digunakan tekanan dengan satuan yang disebut Torr, mbar atau Pascal (Pa). Kevakuman suatu sistem diklasifikasikan menurut tinggi rendahnya tekanan dan hubungan antara tekanan dengan kerapatan gas. Besar

kecilnya ruang vakum akan berkaitan dengan jumlah gas yang harus dipompa, dan beban gas yang dipompa tidak hanya sisa udara/gas yang ada dalam ruang vakum. Tingkat kevakuman menurut Alexander Roth dan Dorothy M. Hoffman di dalam buku Pengenalan Teknologi Vakum [11] dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu: Vakum rendah dan sedang, vakum tinggi, dan vakum sangat tinggi. Berikut tabel 1 tingkat kevakuman.

Tabel 1. Tingkat kevakuman

No	Tingkat Kevakuman	Rentang Kevakuman (Torr)
1	Rendah dan Sedang	760 s.d. $10^{-2}$
2	Tinggi	$10^{-3}$ s.d. $10^{-7}$
3	Sangat Tinggi	$10^{-7}$ s.d. $10^{-16}$

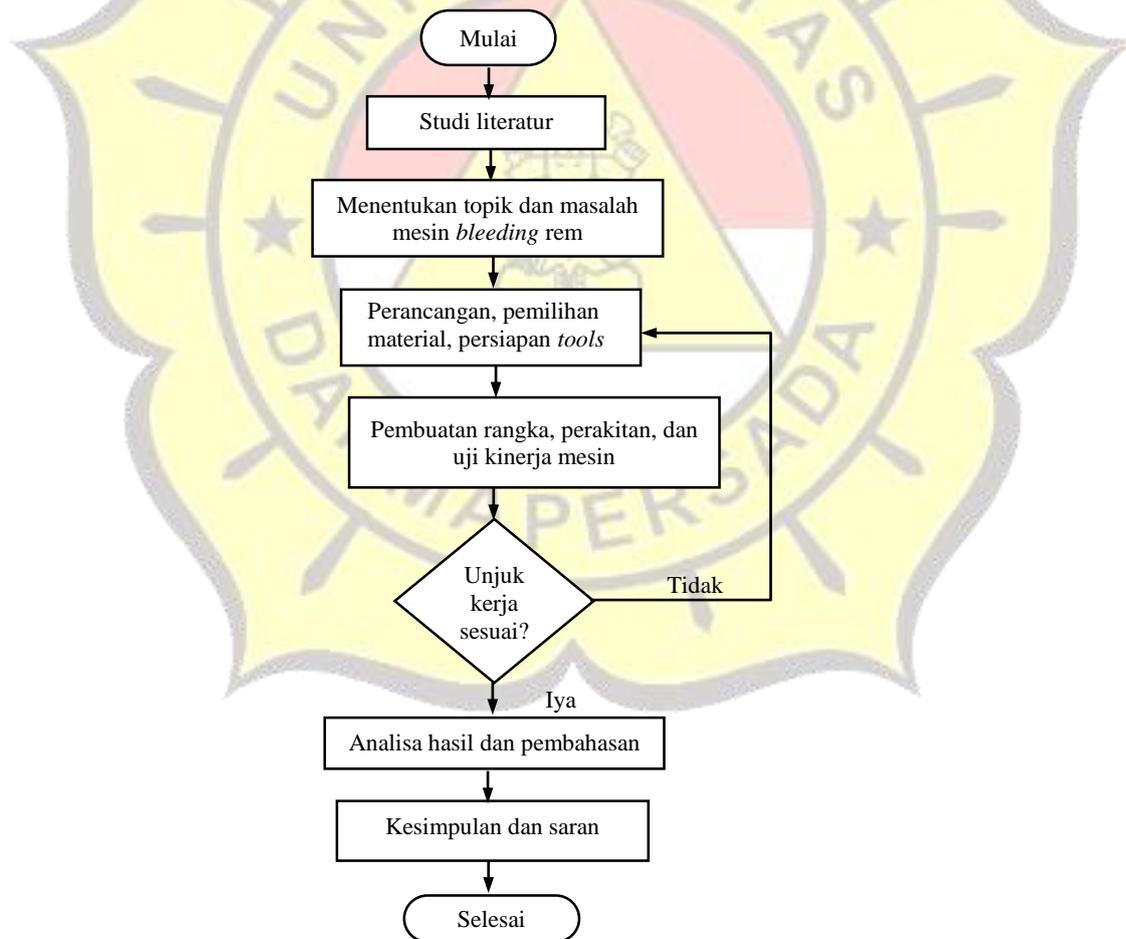
Tekanan merupakan besarnya gaya yang diterima oleh luasan daerah yang menerima gaya tersebut. Adapun cara dalam menentukan tekanan yang dibutuhkan terdapat pada persamaan 1 tentang tekanan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \tag{1}$$

Di mana  $P$  = Tekanan ( $N/m^2$ ) atau Pa,  $F$  = Gaya (N), dan  $A$  = Luas permukaan ( $m^2$ ).

### 3. Metodologi

Tahapan pembuatan mesin bleeding rem hidrolisk dibuat dalam secara sistematis seperti ditampilkan pada Gambar 2 berikut ini:



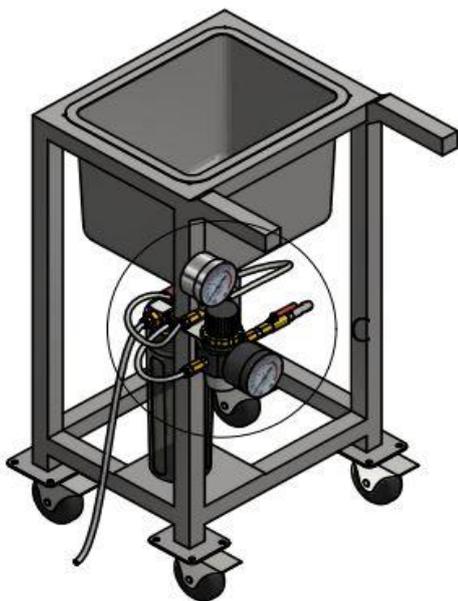
Gambar 1. Diagram alir pembuatan mesin bleeding

Pada dasarnya metodologi yang digunakan dalam proses pembuatan mesin bleeding ini adalah dengan

*reverse engineering*. Mesin bleeding diadopsi dari mesin bleeding yang sudah ada di pasaran. Namun pada penelitian ini mesin bleeding rem yang dibuat adalah mesin bleeding dengan dimensi yang lebih kecil yang bertujuan untuk kemudahan dalam pengoperasian ketika sedang berlangsung proses kerja perbaikan sistem rem.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan desain mesin bleeding sistem rem digunakan perangkat Computer Aided Design (CAD) Autodesk Inventor berbasis 3D, adapun hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



No	Komponen
1	Kerangka
2	Roda
3	Tempat alat-alat
4	Tabung
5	Tutup tabung
6	Pneumatic Valve
7	Socket kuningan
8	Fitting pneumatic
9	Silencer kuningan
10	Bracket
11	Indicator angin
12	Double napel
13	Katup
14	Selang
15	Napel selang
16	Vlock ring

Gambar 2. Hasil desain mesin *bleeding*

Adapun Gambar 3 merupakan hasil perakitan mesin *bleeding*.



Gambar 3. Hasil perancangan mesin *bleeding*

#### Standar Ukuran *Pressure* dan *Vacuum*

Adapun standar ukuran tekanan *pressure* dan *vacuum* sesuai dengan buku panduan servis pada salah satu kendaraan minibus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tekanan *pressure* dan *vacuum* (sumber : *Repair Toyota Avanza*)

Posisi	Tekanan <i>pressure</i> (Psi)	Tekanan <i>vacuum</i> (Psi)
Rem depan	34	-3 sampai dengan -5
Rem belakang	38	-3 sampai dengan -5

Jadi dapat disimpulkan untuk penggunaan tekanan *pressure* adalah 34 Psi sampai dengan 38 Psi. Kemudian untuk tekanan *vacuum* berdasarkan mesin idle -3 Psi sampai dengan -5 Psi.

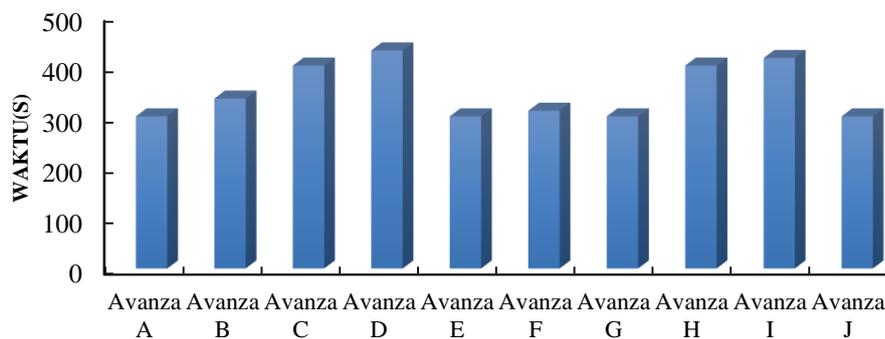
### Pengambilan Data Saat Proses Servis Berkala

Berikut adalah tabel dan grafik pengambilan data saat proses *bleeding*. Jenis mobil yang digunakan adalah Jenis Toyota Avanza. Pada saat pengambilan sampel data terdapat beberapa perbedaan waktu proses *bleeding* dan tekanan angin. Hal tersebut dipengaruhi oleh jenis kendaraan, tahun pembuatannya, dan keluhan yang ada di dalam kendaraan tersebut. Adapun data saat servis berkala dapat dilihat pada Tabel 3 yang dikhusus pada proses *bleeding*.

Tabel 3. Data *bleeding* dalam servis berkala

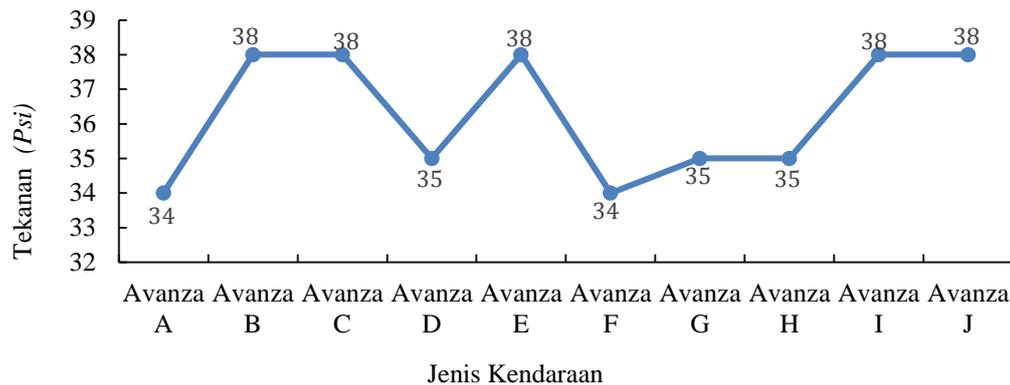
No	Jenis Kendaraan	Waktu (s)	Pressure (Psi)	Vacuum (Psi)
1	Avanza A	300	34	-3
2	Avanza B	335	38	-5
3	Avanza C	400	38	-5
4	Avanza D	430	35	-4
5	Avanza E	300	38	-5
6	Avanza F	311	34	-3
7	Avanza G	300	35	-4
8	Avanza H	400	35	-4
9	Avanza I	415	38	-5
10	Avanza J	300	38	-5

Dari Tabel 4.2 dapat dibuat grafik sebagaimana terlihat pada Gambar 4.3, dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kendaraan Avanza A, Avanza E, dan Avanza G merupakan data proses *bleeding* yang paling cepat dengan waktu 300 detik sedangkan yang paling banyak adalah kendaraan Avanza D dengan waktu 430 detik.



Gambar 4. Grafik waktu servis berkala

Selanjutnya adalah pengukuran tekanan angin yang terjadi pada alat ukur *pressure* sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

Gambar 5. Grafik *pressure* servis berkala

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kendaraan Avanza B, Avanza C, Avanza E, Avanza I, dan Avanza J memerlukan tekanan angin maksimum sesuai dengan *repair manual* Avanza yaitu 38 Psi, sedangkan kendaraan Avanza A dan Avanza F menggunakan tekanan angin minimum yaitu 34 Psi.

#### Pengambilan Data Saat Proses *General Repair*

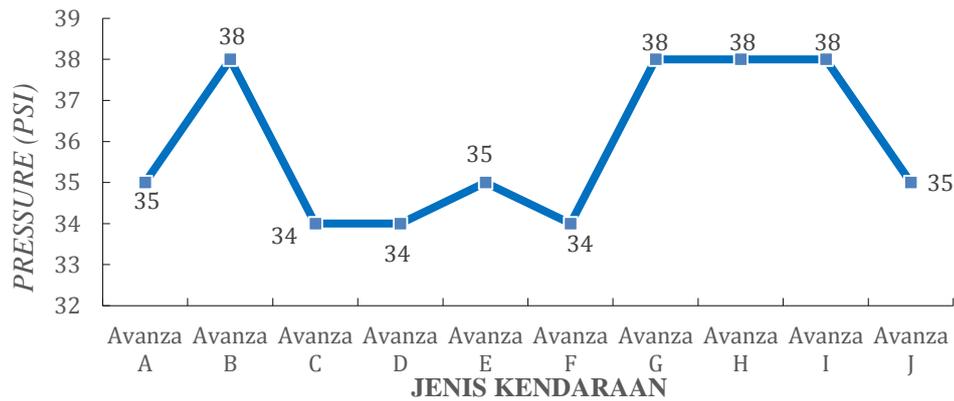
Data proses *general repair* sistem rem dilakukan pada satu jenis kendaraan yang terdiri dari 10 kendaraan, pada saat pengambilan data banyak perbedaan waktu dan tekanan angin. Hal tersebut dipengaruhi oleh jenis kendaraan, tahun pembuatannya, dan keluhan yang ada di dalam kendaraan tersebut. Adapun data saat proses *general repair* dapat dilihat pada Tabel 4 data *bleeding* dalam servis *general repair*.

Tabel 4. Data *bleeding* dalam servis *general repair*

NO	JENIS KENDARAAN	WAKTU (S)	PRESSURE (Psi)	VACUUM (Psi)
1	Avanza A	450	35	-4
2	Avanza B	425	38	-5
3	Avanza C	360	34	-3
4	Avanza D	413	34	-3
5	Avanza E	350	35	-4
6	Avanza F	420	34	-3
7	Avanza G	335	38	-5
8	Avanza H	355	38	-5
9	Avanza I	420	38	-5
10	Avanza J	432	35	-4

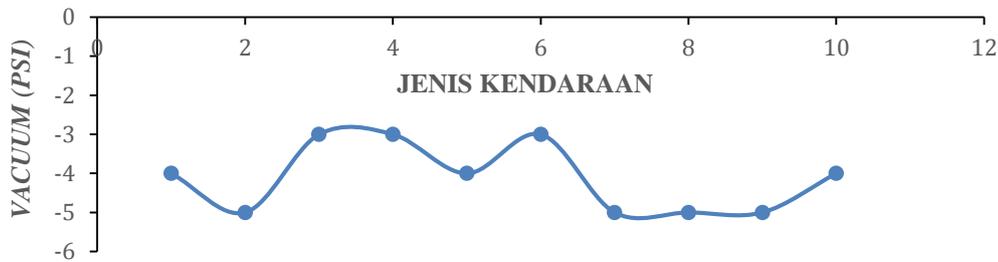
Dalam proses *bleeding* dalam proses *general repair* perlukannya waktu yang efisien, maka dilakukannya beberapa pengambilan data dalam proses *bleeding*, di mana waktu yang tercepat adalah kendaraan avanza g dengan waktu 335 detik. Dan yang membutuhkan waktu yang banyak yaitu kendaraan Avanza a dengan waktu 450 detik.

Selain waktu, dilakukannya pengukuran tekanan angin yang masuk. Berikut Gambar 5 Grafik *pressure general repair*, yang menunjukkan bahwa kendaraan Avanza B, Avanza G, Avanza H, dan Avanza I memerlukan tekanan angin maksimum sesuai dengan *repair manual* avanza yaitu 38 Psi. Sedangkan kendaraan Avanza C, Avanza D, dan Avanza F menggunakan tekanan angin minimum yaitu 34 Psi.



Gambar 5. Grafik *Pressure General Repair*

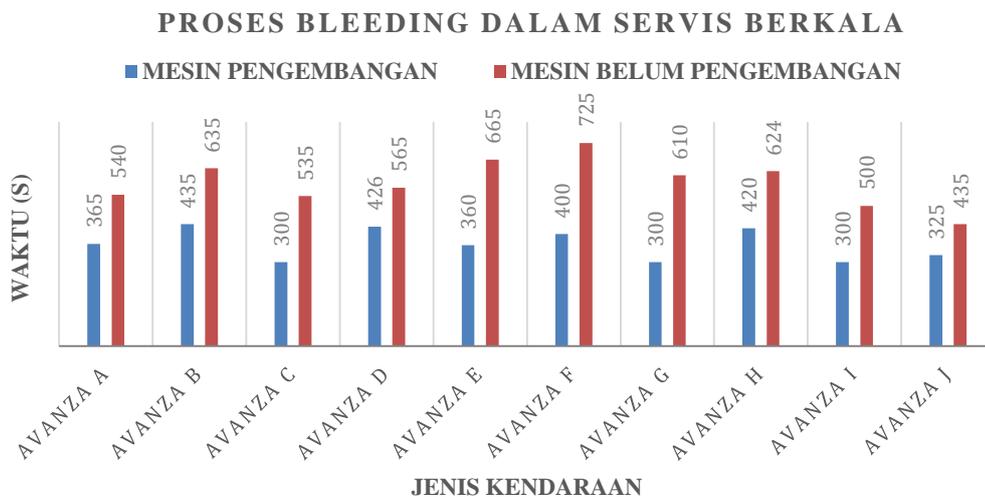
Selain waktu dan *pressure* dilakukannya pengukuran tekanan *vacuum*. Berikut Gambar 6 grafik kevakuman *general repair*, yang menunjukkan bahwa kendaraan Avanza B, Avanza G, Avanza H, dan Avanza I, memerlukan tekanan *vacuum* maksimum sesuai dengan *repair manual* avanza yaitu -5 Psi. Sedangkan kendaraan avanza C, Avanza D, dan Avanza F menggunakan tekanan *vacuum* minimum yaitu -3 Psi.



Gambar 6. Grafik *Vacuum General Repair*

#### 4.6.3 Pengambilan Data Mesin Sebelum Pengembangan

Berikut adalah grafik pengambilan data proses *bleeding* servis berkala pada kendaraan minibus sebelum dan sesudah pengembangan mesin *bleeding*. Jenis mobil yang digunakan adalah Toyota Avanza. Dengan pengambilan data 10 kendaraan ditampilkan pada Gambar 4.7 grafik lama waktu perbandingan proses *bleeding*.



Gambar 7. Grafik waktu perbandingan mesin *bleeding*

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan adanya mesin bleeding yang telah dioptimasi dapat menghemat waktu dalam proses bleeding mencapai 40%.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dalam melakukan proses bleeding sistem rem maka didapat hasil berikut yaitu rancangan mesin bleeding yang optimal adalah yang memiliki ukuran yang lebih kecil dari yang sebelumnya agar memudahkan dalam proses pemindahan mesin bleeding sehingga waktu yang efisien. Spesifikasi mesin bleeding yang sesuai adalah memerlukan komponen tambahan pneumatic yaitu double napel, kran pneumatic, fitting selang, vlock shock, slincer, kemudian menggunakan ejector pneumatic valve drat ¼ inch dengan maksimal pressure 0.85 MPa dan menggunakan alat ukur pressure gauge dengan maksimal pressure 1 MPa dan alat ukur vacuum gauge dengan maksimal vacuum -0.1 MPa. Dan menggunakan besi hollow untuk rangka dan roda karet. Tekanan pressure yang dibutuhkan dalam proses bleeding adalah 38 Psi, dan tekanan vacuum nya adalah -5 Psi untuk proses pekerjaan servis berkala dan general repair. Waktu yang dibutuhkan dalam proses bleeding dengan menggunakan alat yang sudah di optimasi dengan waktu yang tercepat yaitu 5 menit, waktu tersebut sudah termasuk dalam pengecekan safety item. Mesin bleeding yang telah dioptimasi memiliki tingkat efisiensi yang baik dibanding mesin sebelumnya dalam proses bleeding sistem rem hidrolik.

Diharapkan mesin bleeding ini dapat digunakan dibengkel - bengkel dan praktisi lain agar lebih memudahkan dalam proses bleeding sistem rem hidrolik.

## Referensi

- [1] A. Ahmad, "Analisa Vapor Lock Pada Sistem Rem Tipe Hidrolik Pneumatik dan Pengaruhnya Terhadap Daya Pengereman Bus." Universitas Mercu Buana, 2015.
- [2] M. Sujanarko and J. Jamaaluddin, "Arduino Uno-based Brake Safety Design for Matic Motorcycles Rancang Bangun Pengaman Rem Pada Sepeda Motor Matic Berbasis Arduino Uno," *Procedia Eng. Life Sci. Vol.*, 2023.
- [3] T. I. O. Gunawan, "Analisis Kerusakan dan Perbaikan Sistem Rem Cakram Pada Kijang Rover Bensin 1995 (Analysis Of Damage Correction Of Disc Brake System In Kijang Rover Gasoline 1995)," 2017.
- [4] A. SAFITRI, "KAJIAN KUALITAS MINYAK REM DILIHAT DARI FLUKTUASI TITIK DIDIHNYA." POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN, 2022.
- [5] S. Rolan, A. Mohammad, and S. Danardono A, "Analisis Performa Rem Kendaraan Penumpang Berukuran Sedang (Midsized Passenger's Car '2500 mm < L < 2800 mm') Menggunakan Model Temperatur Pengereman," in *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV (SNTTM XV)*, 2016, vol. 15.
- [6] R. Siregar, M. Adhitya, D. A. Sumarsono, G. Heryana, and F. Zainuri, "Study the Brake Performance of a Passenger Car Based on the Temperature that Occurs in Each Brake Unit," in *AIP Conference Proceedings*, 2020, pp. 2–9.
- [7] K. Surata, I. N. Budiartana, and I. Wibawa, "Redesain Alat Bleeding Rem Krdaraan Ringan Dengan Sistem Pneumatik." Politeknik Negeri Bali, 2022.
- [8] R. Y. Pratama and I. M. Arsana, "RANCANG BANGUN ALAT BLEEDING REM SISTEM TERTUTUP PADA MOBIL," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 5, no. 2, 2019.
- [9] V. J. Sandrijo, "PERFORMANCE EVALUATION OF THE VACUUM-TYPE BRAKE FLUID BLEEDER AND RECOVERY MACHINE," *Sci. Int. (Lahore)*, vol. 34, no. 1, pp. 45–48, 2023.
- [10] A. Kawakami, A. Shikada, and K. Miyao, "Control method for brake vapor lock in automobiles," *JSAE Rev.*, vol. 21, no. 1, pp. 73–78, 2000.
- [11] S. Widodo and S. Suprpto, "Pengenalan Teknologi Vakum." Pustaka Pelajar, 2017.