

Rancang Bangun Alat Uji Pengereman Skala Laboratorium

Febriansyah Rangga Wijaya^{1,*}, Dwi Rahmalina¹, Hendri Sukma¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12640, Indonesia

*E-mail : febriansyahrangga26@gmail.com

ABSTRAK

Alat uji pengereman merupakan salah satu rangkaian alat uji yang terpenting didalam sebuah kendaraan, dalam berkendara rem merupakan komponen mutlak yang harus ada. Istilah rem dapat diartikan yaitu alat untuk memperlambat atau menghentikan suatu gerakan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode perancangan *French*. Hasil perhitungan perancangan nilai varian pada varian 1 adalah 3,90 dan varian 2 adalah 4,08, maka perancangan mendapatkan nilai terpilih pada varian 2 dengan bobot penilaian 4,08. Data hasil perhitungan motor listrik untuk memutar *disc* dengan pembebanan pada tuas rem 1,7 kg sekitar 0,047 Hp. Data hasil pengujian secara simulasi analisis statik dengan dilakukan pembebanan yang diberikan pada tuas rem sebesar 1,7 kg maka mendapatkan nilai *von mises stress* rangka yang menerima beban maksimal sebesar $7,094 \times 10^1 \text{N/mm}^2$. Proses pembuatan alat uji pengereman dilakukan dengan banyak proses dari mulai pemotongan bahan hingga pengelasan dan proses *assembly* komponen. Sehingga mendapatkan hasil pada bentuk alat yang sesuai dengan perencanaan.

Kata kunci : Alat uji pengereman, *French*, Manufaktur

ABSTRACT

Braking test equipment is one of the most important series of test equipment in a vehicle, in driving the brake is an absolute component that must be present. The term brake can be interpreted as a tool to slow down or stop a movement. This research was conducted using the French design method. The results of the calculation of the design of the variant value in variant 1 is 3.90 and variant 2 is 4.08, then the design gets the chosen value in variant 2 with an assessment weight of 4.08. Data from the calculation of the electric motor to rotate the disc by loading the 1.7 kg brake lever is around 0.047 Hp. The data from the test results are simulated in a static analysis by loading given to the brake lever of 1.7 kg and getting a von mises value of frame stress that receives a maximum load of $7,094 \times 10^1 \text{N} / \text{mm}^2$. The process of making braking test equipment is carried out with many processes from cutting materials to welding and component assembly processes. So that it gets results in the form of tools according to planning.

Keywords: *Braking test equipment, French, Manufacturing*

1. PENDAHULUAN

Pengereman pada kendaraan ialah permasalahan yang penting dalam pengoperasian suatu kendaraan, hal ini menyangkut keamanan dan kenyamanan bagi pengguna kendaraan. Kendaraan yang mayoritas dipakai dipasar Indonesia ialah sistem rem *lock*, dimana roda mengurangi kecepatan putar untuk mengurangi kecepatan kendaraan tersebut. Pada kendaraan pengereman harus mampu mengurangi kecepatan atau menghentikan laju kendaraan secara aman pada kondisi jalan lurus maupun belok dan pada berbagai kecepatan. Sistem rem yang baik ialah sistem rem yang dapat membuat *lock* (menghentikan putaran) semua roda secara bersama-sama meskipun sistem abs (*anti-lock braking system*). Seiring berjalannya waktu industri otomotif dibutuhkan suatu penelitian dan pengembangan dikarenakan permintaan konsumen yang berubah-ubah di Indonesia pada khususnya membutuhkan penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk mampu memproduksi sebuah kendaraan agar Indonesia menjadi lebih maju, oleh sebab itu produk otomotif di Indonesia dibuat menyesuaikan permintaan pasar. Penelitian tentang pengembangan rem pada kendaraan bermotor saat ini gencar dilakukan untuk mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh rem blong, masa usia pakai cakram, kampas rem, dan pengaruh diameter rem cakram pada saat pengereman. Jika dibandingkan dengan penelitian langsung yang memerlukan tempat yang luas, serta sulitnya mengganti cakram yang bervariasi.

TEORI DASAR

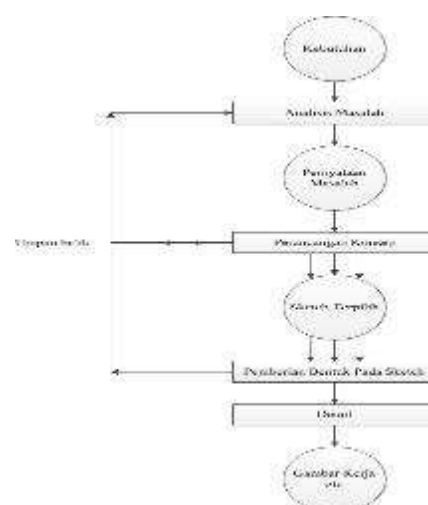
A. Teori Perancangan

Perancangan merupakan sebuah langkah awal dalam mewujudkan suatu produk yang dibutuhkan untuk mempermudah suatu pekerjaan atau kegiatan manusia. Pada awalnya untuk menguasai cara merancang dilakukan dengan proses magang dengan mempelajari, mengamati dan mengikuti langkah-langkah yang dilakukan oleh seorang perancang yang telah memiliki pengalaman dalam proses merancang

suatu produk. Saat ini terdapat berbagai macam metode perancangan yang bisa digunakan untuk merancang sebuah produk. Dalam perkembangannya proses perancangan suatu produk telah dirumuskan kedalam beberapa tahap atau beberapa fase untuk dapat memudahkan dalam tahap mengembangkan ide rancangan, jenis rancangan, spesifikasi rancangan, dan kategori rancangan. Manfaat menggunakan metode perancangan adalah dapat menyelesaikan berbagai macam kebutuhan akan suatu produk untuk dapat memenuhi kriteria dan keinginan dari konsumen.

A. Metode perancangan

Metode perancangan ialah sebuah cara atau tahapan yang dilakukan dalam sebuah proses perancangan. Manfaat menggunakan metode perancangan adalah dapat menyelesaikan berbagai macam kebutuhan akan suatu produk untuk dapat memenuhi kriteria dan keinginan dari konsumen. Mungkin kebutuhan sudah dipenuhi oleh desain yang sudah ada oleh sebab itu dalam kasus seperti ini perancang berharap dapat memenuhi kebutuhan dengan lebih baik dan biaya yang lebih ekonomis. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode *French* dikarenakan metode ini dinilai mampu mengakomodir kebutuhan data secara lebih mudah.



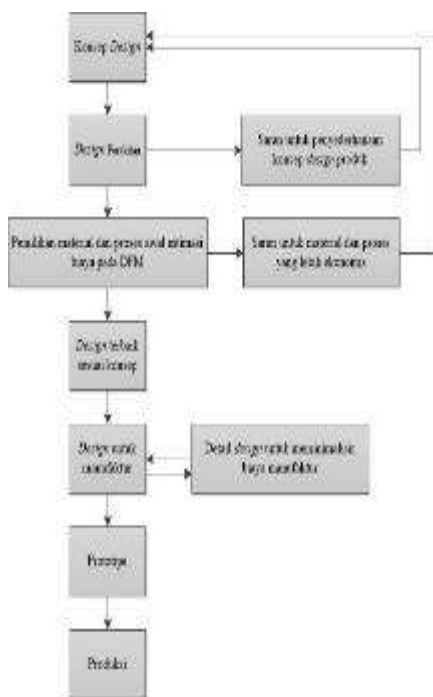
Gambar 1. Diagram Alir Metode *French*

B. Sistem Pengereman

Sistem pengereman ialah salah satu peranti untuk memperlambat atau menghentikan putaran poros, dan mencegah putaran yang berlebih. Dalam berkendara rem merupakan komponen mutlak yang harus ada disebuah kendaraan, sebagai mana kita ketahui rem yang baik dapat menghindarkan kita dari sebuah kecelakaan yang fatal ataupun berujung kematian. Prinsip dasar pengereman yaitu merubah energi kinetik menjadi energi panas sehingga kendaraan mengalami perlambatan. Pada umumnya rem bekerja diakibatkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara 2 buah benda, dapat diartikan rem merupakan salah satu sistem yang mempengaruhi keamanan saat berkendara.

C. DFMA

Desain For Manufacturing Assembly (DFMA) merupakan sebagai desain suatu produk yang mampu membantu dalam suatu proses manufaktur, proses perakitan sehingga bisa mengurangi waktu perakitan dengan komponen lain agar menjadi suatu produk, tanpa harus mengurangi fungsi dari alat yang dibuat tersebut.

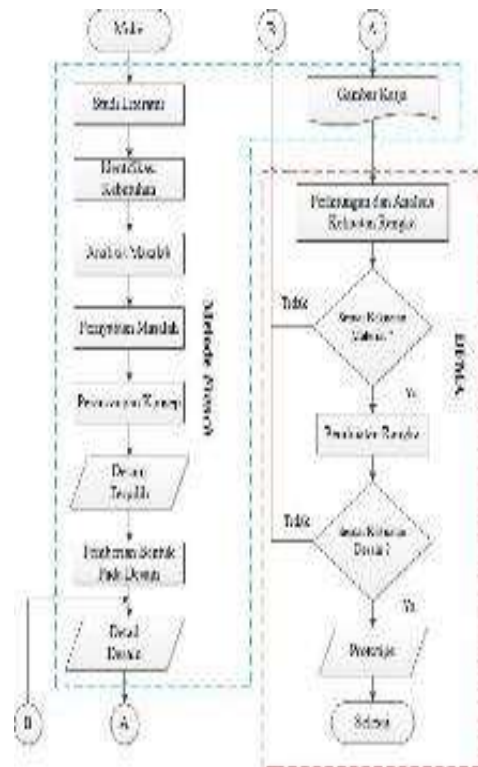


Gambar 2. Diagram Alir DFMA

2. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir

Pada suatu proses perancangan tentunya diperlukan suatu alur atau urutan dari setiap pengerjaan yang akan dilakukan kedepannya, blok diagram proses desain pada perancangan alat uji pengereman skala laboratorium ini mengacu dari metode perancangan french dan DFMA.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Kebutuhan

Pada tahap ini merupakan pengerjaan dan mendefinisikan tugas dengan cara mengklarifikasi tugas tersebut kedalam daftar persyaratan. Daftar persyaratan tersebut terdiri dari *demand and wishes* dimana *demand* merupakan persyaratan dari produk jika tidak ada persyaratan tersebut maka produk gagal. *Wishes* merupakan persyaratan yang diinginkan jika memungkinkan. Tabel dari *demand and wishes* dari perancangan ini adalah seperti tabel 1.

Tabel 1. Demand and Wishes

No	D/W	Uraian
1.	D	Alat uji pengereman yang kokoh dan kuat
2.	W	Alat uji pengereman mudah dipindahkan
3.	D	Alat uji pengereman tidak mudah karat
4.	W	Alat uji pengereman mudah saat digunakan
5.	D	Alat uji pengereman yang ergonomis dengan pasar di Indonesia
6.	D	Alat uji pengereman tidak bising
7.	W	Biaya produksi relatif murah
8.	D	Sumber energi yang digunakan mudah di dapat

B. Fungsi Keseluruhan

Setelah mendapatkan hasil dari *demand and wishes*, tahapan perancangan selanjutnya membuat struktur fungsi kedalam diagram-diagram yang menunjukkan hubungan antara *input* dan *output* yang berupa aliran energi material

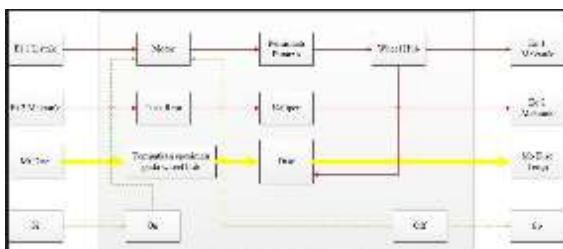


dan sinyal.

Gambar 4. Blok Fungsi Alat Uji Pengereman



Pada Gambar 5 dapat dilihat sub blok fungsi yang berasal dari pengembangan blok fungsi sebelumnya. Sub blok fungsi berfungsi sebagai dasar pengembangan konsep alat uji. Selanjutnya, setiap blok fungsi dikembangkan oleh beberapa konsep atau beberapa solusi untuk menyelesaikan setiap permasalahan atau solusi yang dituntut dari setiap sub fungsi.



Gambar 5. Sub Blok Fungsi Alat Uji Pengereman

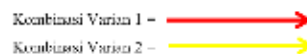


C. Prinsip Solusi

Prinsip solusi yang dimaksud menjelaskan untuk melengkapi sub fungsi dengan cara memilih dari varian yang dibuat oleh perancang, dengan cara pemilihan dan mengkombinasikan sehingga didapatkan hasil dari bermacam-macam varian dimana satu diantaranya akan dijadikan sebagai pilihan terbaik. Tahapan yang harus dilakukan yaitu dengan membuat morfologi *chart*.

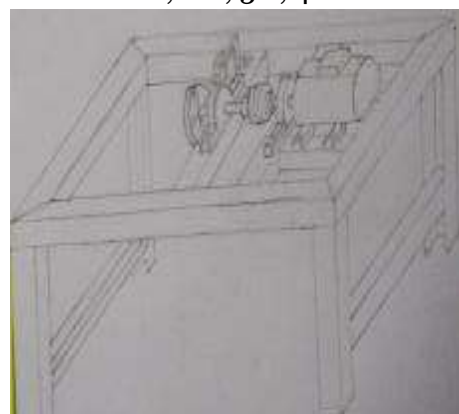
Tabel 2. Morfologi Chart

No	Varian	Varian
1	Sub-fungsi Pengerem	Motor DC, Motor AC
2	Perakitan Pengerem	Rantai, Rantai
3	Perakitan Rantai	Rantai, Rantai
4	Perakitan Rantai (Garis Rantai)	Rantai, Rantai



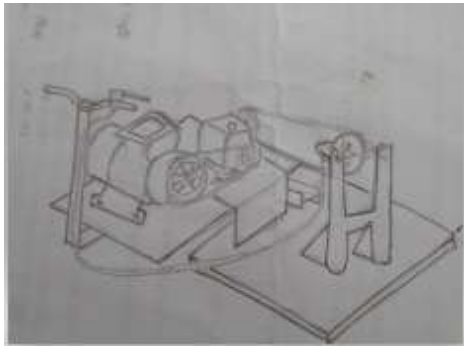
Dari tabel 2 didapatkan 2 varian dari hasil prinsip solusi alat uji pengereman skala laboratorium.

- a. Varian 1 = 1-1, 2-2, 3-1, 4-2



Gambar 6. Varian 1

b. Varian 2 = 1-2, 2-1, 3-2, 4-1



Gambar 7. Varian 2

D. Pembobotan

Pada tahap ini untuk dapat menentukan desain yang terpilih dari kedua varian maka varian-varian yang telah terpilih akan dilakukan tahapan pembobotan tertinggi maka varian tersebut akan terpilih.

Tabel 3. Pembobotan varian 1

No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Varian 1		
				A	P	HB
1	Kecapatan Motor Bertaransi	0,18	Kinerja	Baik	4	0,72
2	Waktu pengereman	0,12	Desain	Cuk up	4	0,48
3	Kontrolan rangka kokoh	0,1	Kinerja	Baik	4	0,4
4	Tahan karat	0,1	Kinerja	Cuk up	3	0,3
5	Mudah diproses	0,08	Kinerja	Baik	4	0,32
6	Perawatan mudah	0,12	Konomen	Baik	4	0,48
7	Mudah dipertahankan	0,12	Kinerja	Baik	4	0,48
8	Kekuatan pengapian	0,18	Kinerja	Baik	4	0,72
JUMLAH HASIL BOBOT (HB)						3,90

Tabel 4. Pembobotan varian 2

No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Varian 2		
				A	P	HB
1	Kecapatan Motor Bertaransi	0,18	Kinerja	Baik	4	0,72
2	Waktu pengereman	0,12	Desain	Cukup	3	0,36
3	Kontrolan rangka kokoh	0,1	Kinerja	Baik	4	0,4
4	Tahan karat	0,1	Kinerja	Cukup	3	0,3
5	Mudah diproses	0,08	Kinerja	Baik	4	0,32
6	Perawatan mudah	0,12	Konomen	Baik	4	0,48
7	Mudah dipertahankan	0,12	Kinerja	Baik	4	0,48
8	Kekuatan pengapian	0,18	Kinerja	Baik	4	0,72
JUMLAH HASIL BOBOT (HB)						4,08

Berdasarkan tabel diatas telah didapatkan nilai kriteria pembobotan evaluasi pada varian 2 adalah 4,08 hasil pembobotan tersebut didapatkan dari nilai kriteria dikalikan dengan bobot.

E. Perhitungan Varian

Perhitungan varian dibutuhkan agar dapat menentukan nilai keseluruhan varian konsep (*determining overall weighing valau/OWV*) agar dapat menentukan rating dari varian diatas digunakan rumus sebagai berikut :

$$WRJ = \frac{OWVJ}{V_{MAX} \cdot \sum_{i=1}^n Wi}$$

Nilai akhir :

$$\text{Varian 1} = WRJ = \frac{3,90}{2 \times 8} = 0,2437$$

$$\text{Varian 2} = WRJ = \frac{4,08}{2 \times 8} = 0,2553$$

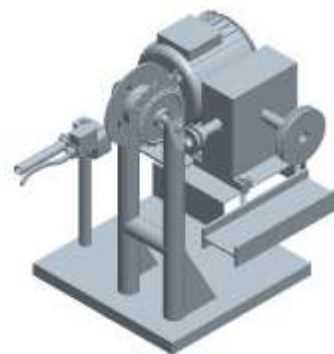
Ranking 1 : Rating Varian 1 = 0,2437

Ranking 2 : Rating Varian 2 = 0,2553

Setelah *ranking* kedua varian diketahui maka perancangan alat uji pengereman skala laboratorium dipilih varian 2 karena memiliki nilai rating yang paling tinggi.

F. Desain Terpilih

Berdasarkan dari hasil evaluasi pembobotan dan perhitungan varian, varian 2 merupakan desain yang terpilih dengan nilai 0,2553.



Gambar 8. Desain terpilih alat uji pengereman

G. Perhitungan Perancangan

1. Menentukan Torsi

Diketahui bahwa pembebanan tuas rem 1,7 kg, kemudian berat tromol seberat 0,699 kg, berat *pulley* 0,7 kg, berat *disc* seberat 0,5 kg, dan jari-jari titik

pembebanan 0,07 m, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$m = \text{Pembebanan tuas rem} + \text{berat tromol} + \text{berat pulley} + \text{berat disc}$$

$$m = 1,7 \text{ kg} + 0,699 \text{ kg} + 0,7 \text{ kg} + 0,5 \text{ kg} = 3,6 \text{ kg}$$

$$F = m \times g$$

$$F = 3,6 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 35,316 \text{ N}$$

$$T = F \times r$$

$$T = 35,316 \text{ N} \times 0,07 \text{ m} = 2,47 \text{ N.m}$$

Dengan :

m = Massa (kg)

F = Gaya (N)

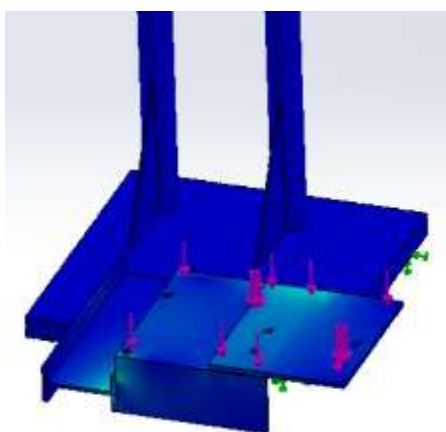
g = Gravitasi ($\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

T = Torsi (N.m)

r = Jari-jari titik pembebanan (m)

H. Analisis Simulasi

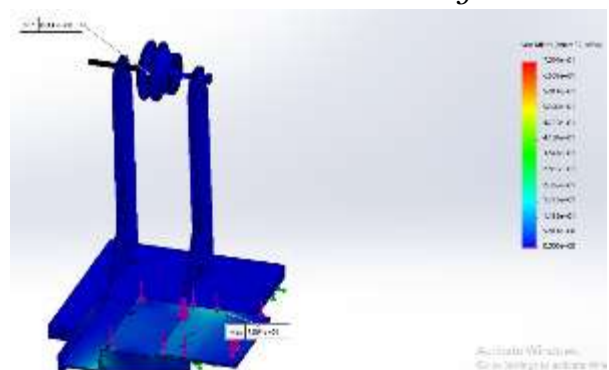
Analisis simulasi dilakukan dengan menggunakan *software solidwork 2018*, analisis simulasi ini dilakukan untuk mengetahui nilai *von mises stress*. Diketahui nilai F maksimal pada penelitian ini adalah 9,81 N. Pada analisis simulasi di *solidwork*, nilai F yang telah didapatkan dimasukkan sebagai *force total* yang bekerja pada rangka. Setelah *force* terdefinisi, *meshing* pun bisa dilakukan dan hasil analisis bisa diperoleh diantaranya sebagai berikut.



Gambar 9. Force (penempatan tumpuan dan beban)



Gambar 10. Meshing



Gambar 11. Von mises stress

Pada gambar 10 dapat dilihat proses *meshing* pada *software* ini adalah untuk *geometry* dari model menjadi banyak elemen yang nantinya digunakan oleh *solver* untuk membangun volume kontrol, dengan begitu perhitungan pada simulasi dapat lebih akurat sedangkan dari gambar 11 menunjukkan bahwa nilai dari *von mises stress* rangka yang menerima beban maksimal $7,094 \times 10^1 \text{ N/mm}^2$ dan nilai dari *von mises stress* rangka yang menerima beban minimal sebesar $0,000 \times 10 \text{ N/mm}^2$ artinya tidak menerima beban.

I. Proses Manufaktur Alat Uji Pengereman

Proses manufaktur dilakukan berdasarkan urutan komponen-komponen utama pada SOP yang telah dibuat. Proses manufaktur komponen dapat dilakukan dengan secara bersamaan akan tetapi untuk proses *assembly* dilakukan secara paralel. Berikut pembahasan pada setiap komponen alat uji pengereman :

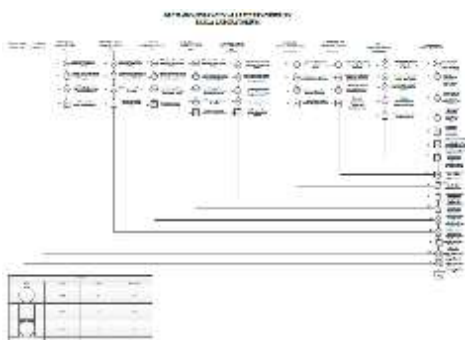
- Rangka Alat Uji Pengereman
 - a. Alat yang digunakan
 - Besi
 - Pipa Besi Hollow
 - Mesin Las Listrik SMAW

- Mesin Gerinda
- Alat ukur meteran, Jangka sorong, Mistar dan Spidol
- Mesin Bor
- Kunci pas ring
- b. Bahan yang digunakan
 - Besi Hollow
 - Cat
 - Dempul
 - Amplas
 - Plat Besi
 - Elektroda

Pada proses manufaktur yang dilakukan pada penelitian ini diperlukan OPC (*operational product chart*) untuk menggambarkan langkah-langkah pada proses yang akan dilalui oleh setiap part, urutan-urutan proses dan pemeriksaan. Untuk meminimalisir kesalahan dalam proses manufaktur komponen dan menghasilkan produk yang maksimal.

Tabel 5. Keterangan simbol *Operation Process Chart*

No	Simbol	Keterangan
1	○	Proses Operasi, kegiatan mengubah sesuatu.
2	□	Proses pemeriksaan, kegiatan melihat dan menilai objek yang dikerjakan.
3	◻	Proses Assembly, kegiatan menggabungkan antar komponen
4	▽	Proses Pengiriman, proses yang terjadi jika komponen diampat.
5	→	Transportasi, kegiatan memindahkan objek ke tempat lain
6	D	Mencegah, ketika keakuratan mesin sedang digunakan.



Gambar 12. *Operation Process Chart*

Gambar diatas menjelaskan keterangan simbol *Operation Process*

Chart dan proses pembuatan rangka alat uji pengereman, dudukan alas, *fork*, penyanggah *fork*, sirip *fork*, dudukan gearbox, dudukan motor, H beam, dudukan kaliper, batang stang, *gearbox*, dan motor listrik di *assembly* menggunakan baut dan mur pada *fork*. Proses *assembly* alat uji pengereman dilakukan secara paralel.

J. Pengujian

Pada penelitian ini terdapat dua pengujian yaitu pengujian fungsional dan kinerja.

- Pengujian fungsional

Berikut ini disampaikan bahwa alat uji pengereman skala laboratorium berfungsi sesuai dengan perencanaan dan penerapan pada saat menggunakan alat tersebut.

 - a. Motor listrik berputar secara normal mampu memutar poros input gearbox yang dihubungkan dengan *belt* dengan kecepatan input gearbox yang dihasilkan 5985,16 rpm
 - b. *Belt* berfungsi dengan baik karena mampu menghubungkan *pulley* satu dan *pulley* dua sehingga dapat menghasilkan putaran.
 - c. *Gearbox* berfungsi dengan baik karena mampu memberikan torsi dengan putaran output gearbox yang dihasilkan 299,26 rpm.
 - d. Tromol berfungsi dengan baik karena mampu menerima daya dari gearbox yang dihasilkan 294,47 rpm.
 - e. Tuas rem berfungsi dengan baik karena mampu mengendalikan pengereman dan menerima pembebanan sebesar 1,7 kg.
 - f. Kaliper berfungsi dengan baik karena mampu mendorong kampas rem ke *discbrake*.
 - g. *Discbrake* berfungsi dengan baik karena mampu menerima gesekan dari kampas rem.
- Pengujian Kinerja

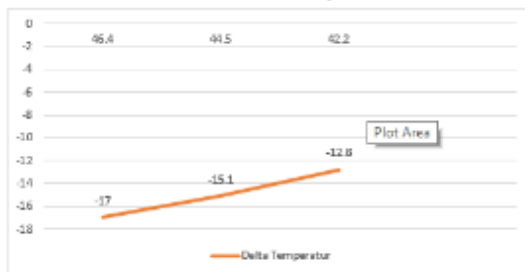
Berikut ini disampaikan kinerja pada penelitian ini melihat pengaruh temperatur *disc* dan delta temperatur pada temperatur ruang.

Tabel 6. Pengujian pada alat uji pengereman

No	Temperatur Ruang (c)	Temperatur Disc (c)	Delta temperature (c)	Waktu (s)
1	29,4	46,4	-17	60 detik
2	29,4	44,5	-15,1	120 detik
3	29,4	42,2	-12,8	180 detik

Dapat disampaikan dari tabel diatas, semakin besar gesekan kampas rem pada *disc* maka delta temperatur akan mengalami penurunan.

Tabel 7. Grafik kinerja alat



4. KESIMPULAN

Dari proses penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan dari kedua konsep varian maka terpilih satu varian yang dijadikan untuk menjadi alat uji pengereman skal laboratorium dengan masing-masing nilai yaitu varian 1 dengan nilai 3,90 sedangkan varian 2 dengan nilai 4,08. Maka varian 2 terpilih menjadi konsep terpilih. Dari material yang digunakan untuk melakukan analisis statik, dengan melakukan pembebanan dengan gaya 9,81 N pada tuas rem, maka didapat nilai dari *von mises stress* rangka yang menerima beban maksimal sebesar $7.094 \times 10^1 \text{ N/mm}^2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Z., W., and W. E. Juwana, "Rancang bangun sistem rem anti-lock brake system (abs) dengan penambahan komponen vibrator solenoid," *J. Tek. Mesin Indonesia.*, vol. 11, no. 2, p. 83, 2018.
- D. Prameswari and Y. Yohanes, "Analisa Sistem Pengereman Pada Mobil

Multiguna Pedesaan," *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 1, 2019.

- T. SAKSANA, "Perancangan Dan Pembuatan Sistem Rem Pada Mobil Barang '13," Universitas Negri Yogyakarta, 2017.
- R. Dua and R. Dua, "Pembuatan (Test Bed) Sistem Pengereman Cakram Pada Kendaraan Bermotor Fakultas teknik Universitas Lampung Bandar Lampung Rancang Bangun Alat Penguji (Test Bed) Sistem Pengereman Cakram Pada Kendaraan Bermotor," Universitas Lampung, 2018.
- D. Nursyahuddin and D. Gasni, "Proses Perancangan Sistem Mekanik dengan Pendekatan Terintegrasi : Studi Kasus Perancangan Alat Uji Pin On Disc," *J. Tek.*, vol. 21, no. 1, pp. 14–29, 2014.
- M. J. French, *Conceptual Design for Engineers*. 1985.
- R. Ramadani, H. Poernomo, T. A. S, S. Teknik, J. Teknik, and P. Kapal, "Perancangan Sistem Pengereman Pada Kendaraan Bermotor Roda Tiga Sebagai Alat Bantu Transportasi Bagi Penyandang Disabilitas," *Journal.Ppns.Ac.Id*, pp. 148–154, 2017.
- A. Muadzin and W. Aryadi, "ANALISIS DISTRIBUSI Pengereman TERHADAP CENTER OF GRAVITY PADA INTEGRATED BRAKING SYSTEM BERBASIS MATLAB SIMULINK," *TeknikM*, vol. 16, no. 1, pp. 113–124, 2018.