

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Saat ini perkembangan teknologi dalam bidang otomotif sangat pesat khususnya aerodinamika dan performa mesin dengan meningkatkan tenaga yang dihasilkan. Oleh karena itu dibutuhkan system pengereman yang efektif dan juga sebagai *safety* dalam berkendara. System pengereman yang baik harus dapat menunjang daya dan kecepatan dalam kendaraan tersebut dimana bagian terpenting dari sistim pengereman adalah kampas rem, yaitu media yang bekerja untuk memperlambat atau mengurangi laju kendaraan.

Salah satu sistem pengereman yang banyak diaplikasikan pada kendaraan adalah sistim pengereman cakram dengan menggunakan mekanisme hidrolis, pada penelitian ini Rumusan masalah yang diangkat yaitu analisa pengaruh tekanan pengereman terhadap laju keausan kanvas rem cakram sepeda motor berbahan limbah kulit kerang bulu dan serbuk besi serta resin.

Bahan komposit merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan kampas rem. Dalam perkembangan teknologi komposit mengalami kemajuan yang sangat pesat, ini dikarenakan keistimewaan sifat yang terbarukan dan juga rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi kekakuan, ketahanan terhadap korosi dan lain lain, sehingga mengurangi konsumsi bahan kimia maupun gangguan lingkungan hidup.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah analisa tekanan pengereman terhadap laju keausan kanvas rem cakram sepeda motor berbahan limbah kulit kerang bulu dan serbuk besi serta resin.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup permasalahan yang akan di kaji lebih lanjut. Masalah yang dibahas dalam penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut:

Alat uji kanvas rem dengan menggunakan variasi campuran komposit

1. a. Kulit kerang bulu 50%, serbuk besi 25%, resin 25%,
b. Kulit kerang bulu 25%, serbuk besi 50%, resin 25%
c. Kulit kerang bulu 25%, serbuk besi 25%, resin 50%
2. Menggunakan material serbuk besi dengan jenis besi pasir.
3. Menggunakan material kulit kerang bulu dengan unsur kalsium oksida (CaO)
4. Menggunakan material resin dengan jenis resin fenolic dengan persentase bahan mollignin 35%, resorsinol 15%, formaldehida 50%
5. Pengujian kekasaran dengan menggunakan *sureface roughness tester mitutoyo SURFTTEST SJ-21*
6. pengujian keausan dilakukan sebanyak 5 kali dan waktu yang digunakan dalam setiap pengujian adalah 20 menit.
7. Menggunakan inverter untuk mengatur putaran pada electromotor dengan frekuensi (hertz). Satu hertz sama dengan 60 rpm, putaran yang digunakan adalah 10 hertz= 600 rpm. Tekanan yang digunakan adalah 5 psi, 10 psi dan 15 psi

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh tekanan pengereman terhadap kanvas rem yang berbahan kompositkulit kerang bulu 25%, serbuk besi 50%, resin 25%.

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi penulis adalah sebagai salah satu syarat menyelesaikan kuliah untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan (UHN) dan juga untuk menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang material komposit.
2. Bagi Akademik adalah dapat di gunakan sebagai referensi tambahan untuk penelitian tentang kanvas rem dengan menggunakan material komposit, khususnya mahasiswa teknik mesin UHN.
3. Bagi industri adalah sebagai referensi untuk menentukan bahan alternatif untuk kanvas rem sepeda motor yang aman dan ekonomis serta menjadi acuan dalam peningkatan mutu kanvas rem tersebut, dan juga pemanfaatan kulit kerang bulu yang banyak terdapat dilingkungan masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan Teknologi Bahan Kanvas Rem

Rem merupakan bagian kendaraan yang sangat penting dalam mendukung aspek keamanan berkendara, rem harus dapat menghentikan kendaraan secepat mungkin, dan memberikan kenyamanan saat sopir melakukan pengereman dengan tidak mengeluarkan suara berisik dan mempunyai tingkat kepakeman yang tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan dan bentuk serbuk logam pada bahan kanvas rem (Supriyanto, 2016:1).



Gambar 2.1 Kampus Rem

Semakin beragamnya tipe, merk, dan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia kebutuhan material otomotif juga semakin besar, makin tidak menentunya perekonomian Indonesia, maka dorongan untuk membuat produk material otomotif yang ekonomis, berkualitas, dan dapat di terima oleh pasar semakin tinggi. Pada kanvas rem, alternatif bahan pengisi yang ramah lingkungan telah banyak diteliti dan dikembangkan untuk diproduksi. Bahan yang ramah lingkungan ini meliputi bahan organik yang banyak dan mudah didapat disekitar kita, serta menghasilkan limbah yang tidak beracun saat digunakan pada kendaraan.

2.1.1 Defenisi kanvas rem

Kanvas rem yang secara umum bahannya terbuat dari asbes tetapi ada juga yang terbuat dari non-asbes. Bahan kanvas rem yang terbuat dari asbes sangat membahayakan kesehatan karena dapat mengganggu pencernaan dan banyak negara-negara maju telah menghentikan produksi bahan gesek asbes, karena bahan asbes dapat menyebabkan penyakit kanker pada paru-paru (Sutikno, 2008). Fakta menunjukkan bahwa saat ini di pasaran banyak kanvas rem yang terbuat dari bahan asbestos. Hal itu dikarenakan harga dari kanvas rem berbahan asbestos ini murah. Pada kenyatannya kanvas rem berbahan asbestos hanya mampu bertahan pada suhu 200°C dan debu dari kanvas rem ini sangat beracun yang dapat menyebabkan fibrosis (penebalan dan luka gores pada paru-paru), apabila kanvas rem ini terkena air maka daya pengeremannya akan terganggu. Berbeda dengan kanvas rem non asbestos yang mampu bertahan hingga diatas 300°C dan kanvas rem berbahan non asbestos tidak menghasilkan debu yang beracun sehingga ramah lingkungan dan apabila terkena air daya pengeremannya masih optimal (Kiswiranti, 2007 dalam Eko dkk, 2016).

2.1.2 Jenis jenis kanvas rem

1. Kanvas Rem Semi-Metalik

Kanvas rem pertama yang harus kamu ketahui adalah kanvas rem semi-metalik. Jenis kanvas rem ini memiliki karakteristik bagus, berdaya tahan lama, dan memiliki tipe transfer yang panas. Namun kekurangannya kanvas rem ini memiliki tingkat ke-ausan cakram yang lebih cepat habis. Material kanvas rem semi-metalik ini menggunakan material bahan dasar sintesis organik yang

dicampur dengan olahan campuran metal. Karena bahan material ini, kanvas rem metalik punya daya tahan panas yang baik.



Gambar 2.2 Kanvas Rem Semi-Metalik

2. Kanvas Rem Tipe Non-Asbes Organik

Kanvas rem jenis kedua adalah kanvas rem non-asbes organik yang unggul dari segi kelunakan kanvasnya. Ketika kamu mengerem, kamu tidak akan mendengar bunyi decit yang mengganggu. Meski begitu, salah satu kekurangan jenis kanvas rem kedua ini cepat habis. Maka dari itu, kamu harus rajin mengecek kanvas rem secara rutin. Keunggulan lainnya dari kanvas rem ini adalah dihilangkannya penggunaan material asbestos yang diduga menjadi penyebab kanker paru-paru yang membahayakan pengguna kendaraan. Sebagai bahan pengganti material asbestos, digunakan kombinasi karet, kaca, karbon, resin, dan lain-lain



Gambar 2.3 Kanvas Rem Tipe Non-Asbes Organik

3. Kanvas Rem Tipe Non-Asbes Organik Bermetal Rendah

Tipe kanvas rem kedua ini sama dengan material yang meniadakan asbestos. Jenis cakram organik ini lebih baik dari kanvas rem bermaterial metal tinggi. Namun kelemahan kanvas rem non-asbes bermetal rendah ini adalah setiap kali dilakukan pengereman, terkadang masih menghasilkan bunyi yang mengganggu.



Gambar 2.4 . Kanvas Rem Tipe Non-Asbes Organik Bermetal Rendah.

4. Kanvas Rem Keramik

Kanvas rem keramik. Jenis kanvas rem ini diklaim sebagai kanvas rem terbaik dibanding kanvas rem sebelumnya karena bahan material dasarnya menggunakan keramik sehingga tidak meninggalkan ampas residu, tidak menimbulkan bunyi mengganggu.



Gambar 2.5 Kanvas Rem Keramik

2.1.3 Komposisi material kanvas rem

Membuat kanvas rem lebih lunak tanpa menghilangkan daya gesek, maka kanvas rem dibuat dari beberapa komposit bahan. Beberapa bahan penyusun kanvas rem adalah ;

1. Asbes

Bahan penyusun rem pertama yaitu asbes. Bahan penyusun ini dulu sangat populer dipakai sebagai bahan kanvas rem.

Keunggulan : karakteristik yang baik untuk sistem pengereman dan berharga murah, memiliki ketahanan, jangkauan temperatur dan umur yang lebih tinggi.

Kelemahan : bersifat karsinogenik ketika masuk kedalam tubuh manusia.



Gambar2.6 Kanvas Rem Asbes

2.2 Tekanan pengereman pada kanvas rem

Penelitian ini kanvas rem cakram dibatasi dengan tiga variasi campuran. Dari ketiga variasi tersebut akan diuji waktu pengereman yang dibutuhkan pada putaran dan tekanan tertentu sampai roda berhenti berputar. Berdasarkan waktu pengereman yang didapat tersebut maka akan didapat variabel operasi pengereman yang lain termasuk gaya pengereamn sampai pada angka koefisien gesek, sehingga tingkat efisiensi pengereman termasuk umur kanvas bisa ditentukan pada masing masing variasi kanvas rem,

Dari hasil penelitian ini akan memberi informasi kepada masyarakat bagaimana meningkatkan efisiensi pengereman dengan memperhatikan kanvasnya, sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi inspirasi untuk penelitian yang sejenis kedepan.

Dsarnya prinsip rem hidrolik menggunakan prinsip Hukum Pascal yaitu: bila gaya yang bekerja pada suatu penampang dari fluida, gaya tersebut akan diteruskan ke segala arah dengan besar gaya yang sama. Gaya penekanan pedal rem akan diubah menjadi tekanan fluida oleh piston dari master silinder. Tekanan ini dipindahkan ke kaliper melalui selang rem dan menekan pada pad rem (kanvas rem) untuk menghasilkan gaya pengereman (materi pelajaran chasis Toyota Step 2.4-4 dalam Hugraha,SWS. 2011)

2.3 Keausan

Keausan umumnya didefinisikan sebagai kehilangan material secara progresif atau pemindahan sejumlah material dari suatu permukaan sebagai suatu hasil pergerakan relatif antara permukaan tersebut dan permukaan lainnya. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah

satunya adalah dengan pengujian laju keausan. Pengujian laju keausan dinyatakan dengan jumlah kehilangan/pengurangan material tiap satuan luas bidang kontak dan lama pengausan. Uji keausan dinyatakan dengan rumus:

$$\frac{m_0 - m_1}{A \cdot t} \text{ (detik)}$$

dimana: **W** = Laju keausan (gr/mm².detik)

m₀ = Berat awal material sebelum pengausan (gram)

m₁ = Berat akhir material setelah pengausan (gram)

t = Waktu pengausan (detik)

A = Luas pengausan (mm²)

2.4 Kekasaran Permukaan

Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses pemesinan akan mengalami kekasaran permukaan. Yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata permukaan. Definisi ini digunakan untuk menentukan harga rata rata dari kekasaran permukaan. Dalam dunia indistri, permukaan benda kerja memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan dari alat tersebut. Nilai kekasaran permukaan memiliki nilai kualitas (N) yang berbeda, Nilai kualitas kekasaran permukaan telah diklasifikasikan oleh ISO dimana yang paling kecil adalah N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) 0,025 μ dan yang paling tinggi N12 yang nilai kekasarannya 50 μ .

Kelas	Harga Ra	Toleransi (μm)	Panjang
Kekasaran	(μm)	(+50% & - 25%)	sampel (mm)

N1	0,025	0,02– 0,04	0,08
N2	0,05	0,04– 0,08	0,25
N3	0,1	0,08– 0,15	
N4	0,2	0,15– 0,03	
N5	0,4	0,03– 0,06	0,8
N6	0,8	0,6– 1,2	
N7	1,6	1,2– 2,4	
N8	3,2	2,4– 4,8	
N9	6,3	4,8– 9,6	2,5
N10	12,5	9,6 – 18,75	
N11	25	18,5– 37,5	8
N12	50	37,5– 75,0	

2.4.1 Parameter kekasaran permukaan

Memproduksi profil suatu permukaan, sensor/ peraba (stylus) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (traversing length). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian panjang pengukuran yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel.

2.4.2 Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan adalah *sureface roughness tester mitutoyo SURFTTEST SJ-210*, alat ini dapat digunakan untuk mengamati ataupun mengukur kekasaran permukaan dengan standar ISO. Beberapa data yang dapat di tunjukkan oleh alat uji kekasaran permukaan ini adalah nilai parameter-parameter dari kekasaran permukaan dan grafik kekasaran

permukaannya. Alat ukur kekasaran permukaan dapat dilihat pada Gambar. Cara kerja dari alat ukur kekasaran permukaan ini adalah dengan meletakkan sensor yang dipasangkan pada alat tersebut, selanjutnya sejajarkan alat ukur permukaan tersebut dengan bidang material yang akan di uji. Pada saat pengerjaanya, alat ukur ini tidak boleh bergerak karena akan mengganggu sensor dalam membaca kekasaran dari permukaan material tersebut.



Gambar 2.7 Alat uji kekasaran (*sureface roughness tester*)

2.5 Material Komposit Kanvas Rem

Kualitas kanvas rem dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu komposisi material dan jenis material yang digunakan. Pada umumnya material pembentuk kanvas rem terdiri dari bahan yang mengandung asbestos atau non asbestos. Seiring berkembangnya zaman pengembangan kanvas rem non asbestos marak dilakukan menggunakan *filler* organik. Hal ini didasari oleh performa pengereman kanvas non asbestos yang jauh lebih baik (tidak fading) daripada kanvas asbestos. Adapun material yang akan digunakan dalam pembuatan kanvas rem antara lain:

1. Kerang Bulu (*Anadara Antiquata*)

Kerang bulu merupakan salah satu spesies penting di Indonesia dan juga di Asia Tenggara. Kerang ini hidup berasosiasi dengan beberapa spesies kerang lainnya antara lain *A. granosa* (LINNAEUS, 1758), *A. indica* (GMELIN, 1791) dan *A. inequivalvis* (BRUGUIERE, 1784). Pengetahuan mengenai biologi jenis kerang ini sangat terbatas karena kerang ini kurang populer dibandingkan dengan kerang anadara yang lainnya. Ciri khas dari kerang ini adalah mempunyai bentuk cangkang yang hampir membulat dengan ukuran panjang 3–4 cm dengan banyak bulu. Kedua keping cangkang pada bagian dalam ditautkan oleh sebuah otot aduktor anterior dan sebuah otot aduktor posterior, yang bekerja secara antagonis dengan hinge ligament. Ketika otot aduktor rileks, ligament berkerut maka kedua keping cangkang akan terbuka, demikian sebaliknya. Guna mempererat sambungan keping cangkang, di bawah hinge ligament terdapat gigi atau tonjolan pada keping yang satu.



Gambar 2.8 Kerang bulu

Kerang *Anadara Antiquata* dapat tumbuh dengan baik pada zona perairan litoral dan sublitoral dengan tipe perairan yang tenang, terutama di teluk berpasir dan berlumpur sampai pada kedalaman 30 m tetapi yang biasa dijadikan tempat hidup adalah daerah litoral dimana daerah tersebut masih

terkena pasang surut. Anadara Antiquata atau sering disebut kerang bulu adalah jenis kerang yang termasuk ke dalam famili Arcidae. Distribusi A. Pulau tersebar di wilayah pantai Indo–Pasifik seperti negara India, Srilangka, negara Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia, Philipina dan Thailand hingga Selatan Queensland. Distribusi kerang ini bergantung pada jenis sedimen yang terdapat pada dasar dan zona perairan.

2. Resin Fenol

Resin fenol merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan industri. Resin ini biasanya berbentuk semi padat. Resin phenolic merupakan salah satu resin yang sering dipakai sebagai bahan pengikat atau matriks komposit, karena sifat kerekatannya serta tahan panas yang cukup tinggi sampai 3000⁰C, mempunyai kemampuan berikatan dengan serat alam tanpa menimbulkan reaksi dan gas.



Gambar 2.9 Resin Fenol

3. Serbuk Besi

Besi merupakan logam yang paling banyak terdapat di alam. Besi juga diketahui sebagai unsur yang paling banyak membentuk bumi, yaitu kira-kira 4,7 -

5% pada kerak bumi. Besi adalah logam yang dihasilkan dari bijih besi dan jarang dijumpai dalam keadaan bebas, kebanyakan besi terdapat dalam batuan dan tanah sebagai oksida besi, seperti oksida besi magnetit (Fe_3O_4) mengandung besi 65%, hematit (Fe_2O_3) mengandung 60 – 75% besi, limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) mengandung 20% besi dan siderit (Fe_2CO_3) mengandung 10% besi [1]. Dalam kehidupan, besi merupakan logam paling biasa digunakan dari pada logam-logam yang lain sebagai paduan logam. Hal ini disebabkan karena harga yang murah dan kekuatannya yang baik serta penggunaannya yang luas.



Gambar 2.10 Serbuk Besi

2.6 Proses Pembuatan Komposit Kanvas Rem dengan Metalurgi Serbuk

Proses pembuatan kanvas rem sepeda motor bahan penguatnya (*reinforced*) terdiri atas partikel yang tersebar merata dalam matriks yang berfungsi sebagai pengikat, sehingga menghasilkan bentuk padat yang baik. Proses pembuatan kanvas rem cenderung menggunakan proses metalurgi serbuk. Metalurgi serbuk merupakan salah satu teknik produksi dengan menggunakan serbuk sebagai material awal sebelum proses pembentukan. Prinsip ini adalah memadatkan serbuk logam menjadi bentuk yang diinginkan dan kemudian memanaskannya di bawah temperatur leleh, sehingga partikel-partikel logam

memadu karena mekanisme transportasi massa akibat difusi atom antar permukaan partikel. Metode metalurgi serbuk memberikan kontrol yang teliti terhadap komposisi dan penggunaan campuran yang tidak dapat difabrikasi dengan proses lain. Ukuran ditentukan oleh cetakan dan penyelesaian akhir (*finishing touch*). Berikut tahapan dalam pembuatan produk dengan menggunakan metalurgi serbuk:

1. Proses pencampuran serbuk

Proses pembuatan komposit dengan metalurgi serbuk, pencampuran antara material penguat dengan matrik dikategorikan sebagai proses *mixing*. Pencampuran partikel penguat dengan matrik dapat dilakukan dengan cara pencampuran dengan menggunakan medium cairan (*wet mixing*) dan pencampuran tanpa menggunakan cairan (*dry mixing*). Proses pencampuran antara partikel penguat dengan bertujuan agar partikel penguat dan matrik tercampur secara homogen dan diharapkan tidak terjadi penggumpalan (*agglomerasi*) kedua material tersebut.

2. Proses kompaksi (*compaction*)

Penekanan adalah salah satu cara untuk memadatkan serbuk menjadi bentuk yang diinginkan. Terdapat beberapa metode penekanan, diantaranya penekanan dingin (*cold compaction*) dan penekanan panas (*hot compaction*). Proses kompaksi juga bertujuan untuk menghindari gas yang terjebak di dalam komposit cetak, sehingga terhindar dari cacat porositas. Selama proses kompaksi perlu diperhitungkan gesekan yang terjadi. Pelumasan pada cetakan serta pencampuran bahan pelumas pada bahan cetak (grafit) menjadi faktor penting dalam proses ini.

3. Proses *sintering*

Komposit mempunyai bermacam macam karakteristik, salah satunya adalah struktur polykristal yang pembentukannya dilakukan dengan cara perlakuan panas atau sering disebut dengan proses *sintering* dengan temperatur sedikit dibawah titik lelehnya (*melting point*). Dalam proses *sintering* terjadi gaya tarik-menarik antar molekul atau atom yang menyebabkan terjadinya bentuk padatan dengan massa yang koheren dari komposit yang dihasilkan. Beberapa variabel yang dapat mempercepat proses *sintering* yaitu: densitas awal, ukuran partikel, temperatur *sintering* dan waktu *sintering*.

BAB III

METODOLIGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

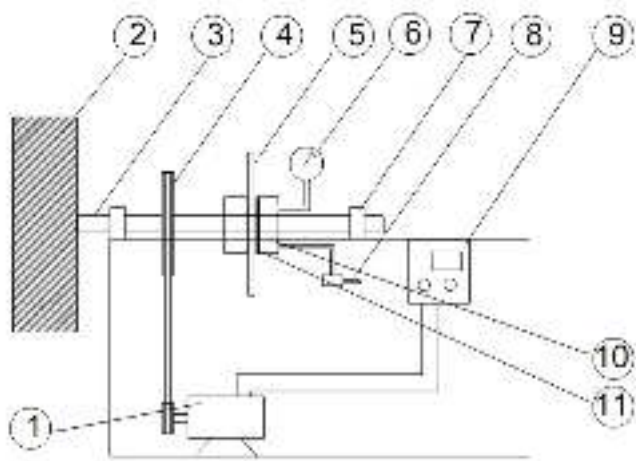
Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium proses produksi prodi teknik mesin, Universitas HKBP Nommensen Medan dan worksohop hampan perak mulai pada bulan april sampai dengan selesai.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang di pakai pada penelitian ini yaitu:

1. Alat Uji Kanvas Rem Cakram Sepeda Motor



Keterangan:

1. Motor listrik 220V/0,75 Hp
2. Ban mobil ukuran 70 (massa 72 Kg)
3. poros
4. Puly 12 inchi
5. Piringan cakram
6. Gauge meter
7. Bearing P205

8. Pengatur tekanan udara
 9. Kontrol on/off
 10. Rumah rem cakram sepeda motor Yamaha tipe vega
 11. Sepatu rem
2. Jangka sorong, untuk mengukur dimensi specimen
 3. Gelas ukur, untuk menentukan volume komposisi bahan yang digunakan
 4. Neraca, untuk mengukur berat bahan yang di pakai
 5. Masker, untuk melindungi pernafasan dari debu bahan yang di pakai
 6. Ayakan untuk memisahkan serbuk kulit kerang bulu yang kasar dan halus dengan menggunakan ukuran 100 Mess.



Gambar 3.1 Gambar ayakan

7. Pressure gauge / digital pressure gauge

Merupakan alat ukur tekanan dengan referensi 0 terhadap tekanan ruang. Sementara absolute pressure menggunakan referensi 0 terhadap tekanan vakum, sehingga nilai tekanannya sama dengan tekanan gauge ditambah tekanan atmosfer. Alat ini cocok untuk berbagai industri seperti otomotif, kelautan, makanan & minuman, industri farmasi, petrochemical, powerplant, oil and gas, epc, serta palm oil.



Gambar 3.2 Gambar alat uji

3.2.2 Bahan

Bahan yang di pakai dalam penelitian ini yaitu:

1. Kulit kerang bulu
2. Serbuk besi
3. Resin

3.3 Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja pada penelitian ini adalah:

1. Persiapan bahan uji
 - a) Kulit kerang bulu
Kerang bulu diperoleh dari kawasan pesisir di daerah sublitoral, sendimen berpasir.
 - b) Serbuk besi
Serbuk besi diperoleh dari alam yang terdapat di pinggiran sungai, di pasir.
 - c) Resin

Resin merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan industry resin ini biasanya berbentuk semi padat. Resin phenolic merupakan salah satu resin yang sering di pakai sebagai pahan pengikat atau matriks komposit.

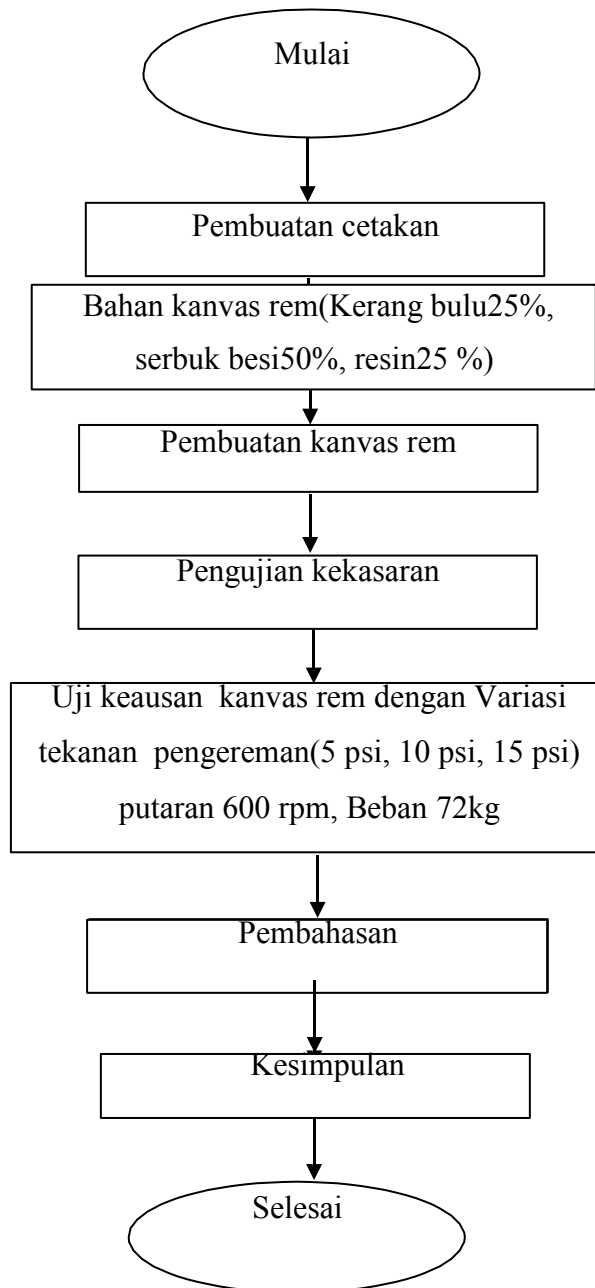
Penelitian ini dilakukan dengan 3 variasi massa kulit kerang bulu. Bahan mentah berupa kulit kerang bulu terlebih dahulu dihaluskan dengan alat penghancur serat sebelum dicampur dengan resin hal ini agar memperoleh ikatan yang kuat ketika proses pencetakan kamvas rem.

Tabel 3.1 Uji specimen material

No spesimen	Kulit kerang bulu	Serbuk besi	resin	Jumlah spesimen
1	50%	25%	25%	1
2	25%	50%	25%	1
3	25%	25%	50%	1

Dari hasil pengujian ke tiga sampel tersebut, akan di ambil satu sampel yang memiliki tingkat keausan paling rendah untuk dilakukan pengujian variasi tekanan.

3.4 Diagram Alir



Gambar 3.3. Diagram Alir