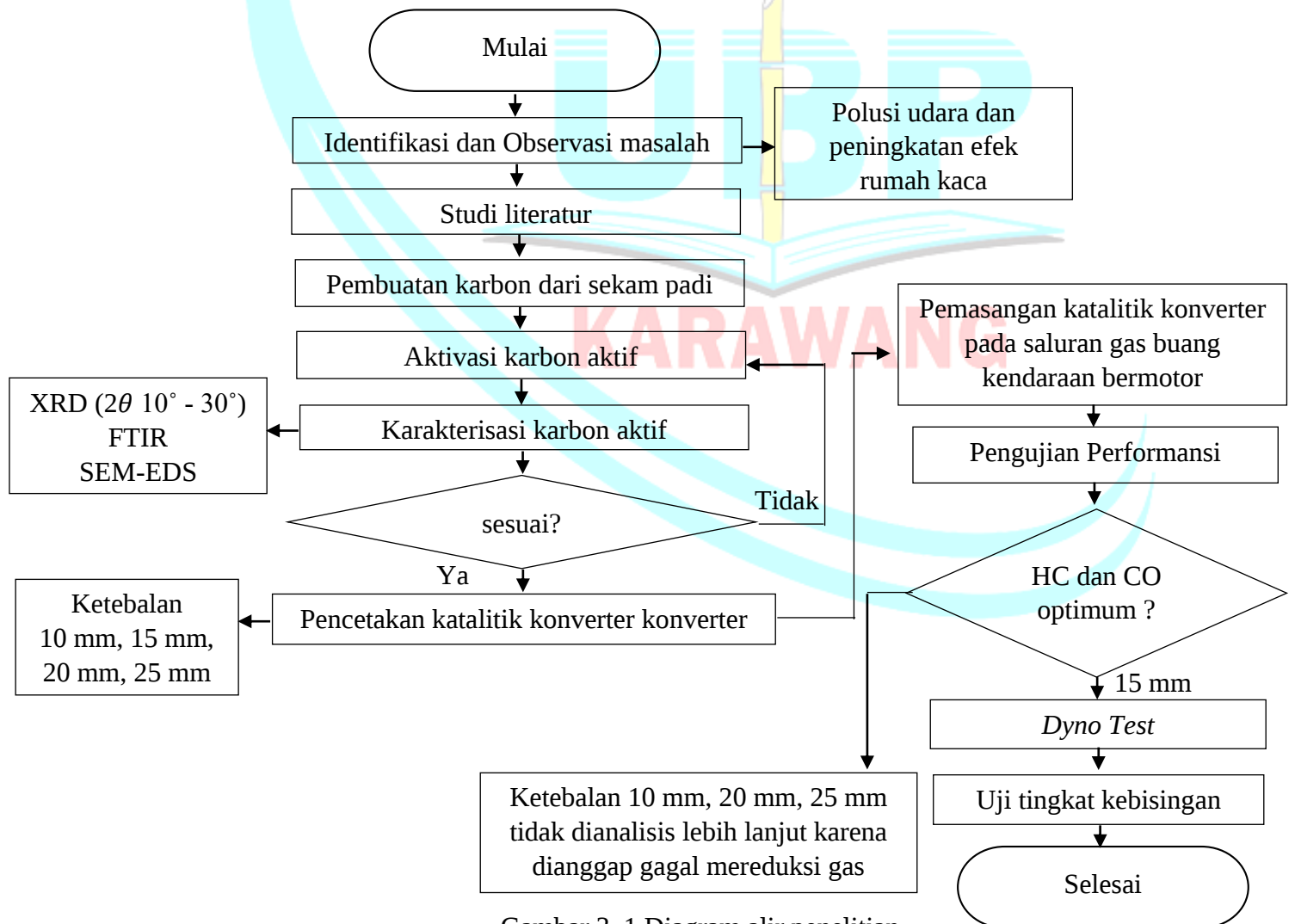


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Buana Perjuangan Karawang. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan dimulai pada Bulan September 2024 – Februari 2025. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan katalitik konverter yang terdiri dari 10 mm, 15 mm, 20 mm, dan 25 mm. Katalitik konverter tersebut dibuat dalam model *honeycomb*. Adapun diagram alir proses penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut ini:



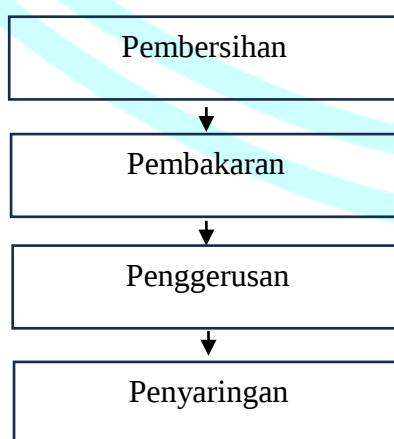
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi enam tahapan, yaitu pembuatan karbon berbahan dasar sekam padi, aktivasi karbon aktif menggunakan larutan aktivator HCl 55%, karakterisasi karbon aktif, pencetakan katalitik konverter, pemasangan katalitik konverter pada saluran gas buang kendaraan bermotor, dan pengujian performansi. Adapun tahapan-tahapan tersebut secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1 Pembuatan Karbon Berbahan Dasar Sekam Padi

Dalam tahapan ini terdapat beberapa proses yang dilakukan untuk pembuatan karbon aktif berbahan dasar sekam padi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2. Prosesnya diawali dengan pembersihan sekam padi melalui proses perendaman menggunakan air bersih. Tujuan dari proses ini yaitu untuk memisahkan antara sekam padi dengan pengotor. Sekam padi yang mengambang ke atas dinyatakan sebagai pengotor karena memiliki massa yang ringan (sekam padi kopong). Kemudian sekam padi bersih dikeringkan di bawah sinar matahari selama ± 5 jam. Tujuan dari proses ini yaitu menghilangkan kadar air pada sekam padi. Selanjutnya, sekam padi yang sudah bersih dikenai proses pembakaran. Proses pembakaran dilakukan menggunakan *furnace* pada temperatur 400 °C selama 2 jam. Proses ini juga disebut sebagai pre-karbonisasi. Tahapan pre-karbonisasi bertujuan untuk mengurangi kadar air dan senyawa pengotor yang ada pada sekam padi.

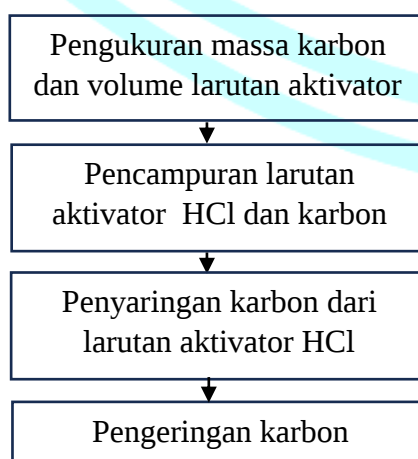


Gambar 3. 2 Diagram alir pembuatan karbon berbahan dasar sekam padi

Selanjutnya, sekam padi yang telah dibakar menghasilkan serbuk karbon dengan tekstur kasar. Serbuk karbon digerus menggunakan mortar dan alu dengan tujuan untuk menghasilkan serbuk karbon yang memiliki ukuran butir yang halus. Selain itu, tujuan proses penggerusan yaitu untuk mencegah terjadinya aglomerasi (penggumpalan) pada serbuk karbon. Selanjutnya, serbuk karbon halus disaring menggunakan saringan berukuran 200 mesh. Tujuan menggunakan saringan 200 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang lebih halus. Selain itu, hal tersebut bertujuan agar material karbon yang digunakan bisa lebih optimal sebagai penyerap polutan, dan memperoleh ukuran partikel karbon yang seragam.

3.2.2 Aktivasi Karbon Aktif

Serbuk karbon yang telah diperoleh dikenai proses aktivasi menggunakan larutan aktivator HCl, dengan perbandingan 1:2 (100 gram karbon dan 200 ml HCl). Tahapan ini bertujuan untuk membentuk pori dan luas permukaan agar karbon dapat menyerap zat polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Prosesnya diawali dengan mengukur massa karbon dan volume larutan aktivator, pengukuran dilakukan menggunakan timbangan digital dan gelas ukur. Kemudian, karbon dan larutan aktivator dicampur serta diaduk menggunakan alat *magnetic stirrer*, proses pengadukan dilakukan selama 2 jam. Kemudian karbon dan larutan aktivator yang telah tercampur didiamkan selama 48 jam. Tujuannya agar terbentuk endapan karbon yang telah diaktivasi sehingga proses pemisahan antara residu dan zat pelarut dapat dengan mudah dilakukan.



Gambar 3. 3 Aktivasi karbon

Selanjutnya, karbon dan larutan aktivator disaring menggunakan kertas saring serta dibilas menggunakan aquades. Tujuannya untuk memisahkan residu dan larutan aktivator serta mengilangkan sisa pengotor yang dibawa oleh larutan aktivator. Karbon aktif yang diperoleh kemudian dikeringkan menggunakan *furnace* pada temperatur 100 °C selama 1 jam. Tujuan pengeringan yaitu untuk memastikan karbon aktif tidak memiliki kandungan air di dalamnya. Kemudian temperatur dinaikan menjadi 650 °C, proses ini juga disebut sebagai karbonisasi.

3.3 Karakterisasi Karbon aktif

Karbon aktif yang diperoleh kemudian dikenai beberapa jenis karakterisasi, diantaranya XRD, FTIR, dan SEM-EDS. Karakterisasi dilakukan di Labotopia, Bandung, Jawa Barat. Tujuan XRD untuk mengetahui tingkat kristalinitas atau amorphisitas dari karbon aktif yang diperoleh, karakterisasi XRD dilakukan menggunakan set alat *Miniflex Bnechtop X-Ray Diffractometer with advanced detector*. Tujuan FTIR merupakan karakterisasi yang dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan ikatan atom dari karbon aktif yang diperoleh, karakterisasi FTIR dilakukan menggunakan set alat Alpha II. Selanjutnya, tujuan SEM-EDS merupakan karakterisasi yang dilakukan untuk mengetahui elemen dan unsur kimia dari karbon aktif yang diperoleh, serta persentase karbon aktif dan zat lain yang terdapat pada material karbon aktif, karakterisasi SEM dilakukan menggunakan set alat *Scanning Electron Microscopy (SEM)* tipe SU3500 dan karakterisasi EDS dilakukan menggunakan set alat NEX DE Series Tujuan karakterisasi karbon aktif adalah untuk mengetahui karakter dari karbon aktif yang diperoleh sehingga dapat dianalisis kegunaannya untuk diaplikasikan sebagai material penyerap, khususnya sebagai material utama pembuatan katalitik konverter.

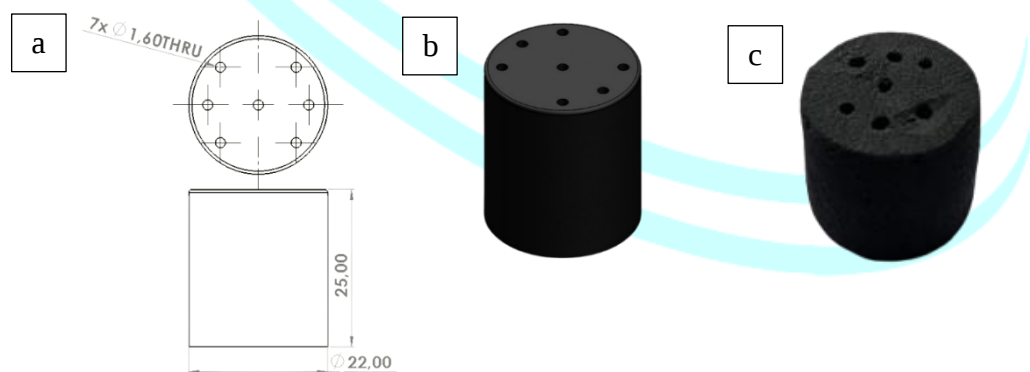
3.4 Pencetakan Katalitik Konverter

Proses pencetakan katalitik konverter diawali dengan proses pengukuran massa atau komposisi bahan yang akan digunakan, antara lain karbon aktif, *polyvinyl acetate*, aquades, dan pati. Adapun komposisi bahan tersebut ditunjukkan oleh Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Komposisi material pembuatan katalitik konverter

Komposisi	Persentase (%)
Karbon	60
<i>polyvinyl acetate</i>	15
Aquades	10
Pati	15

Bahan-bahan tersebut dicampur dan diaduk menggunakan spatula, lalu dimasukkan ke dalam cetakan. Cetakan yang digunakan berasal material *Stainless Steel* berdiameter 22 mm dengan panjang 10 mm (KK10), 15 mm (KK15), 20 mm (KK20), dan 25 mm (KK25). Campuran bahan pada cetakan dikeringkan di bawah sinar matahari selama ± 2 hari. Sebelum mengering secara menyeluruh, dilubangi menggunakan material besi diameter 1,55 mm agar membentuk desain *honeycomb*. Kemudian, katalitik konverter dikeluarkan dari cetakan dan dikeringkan menggunakan *furnace* pada temperatur 100 °C selama 30 menit. Tujuan dari proses pengeringan ini adalah untuk menghilangkan kadar air dan mengerasakan katalitik konverter. Adapun katalitik konverter yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.4 berikut ini:

Gambar 3. 4 Katalitik konverter desain *honeycomb* (a) dimensi (b) desain (c) asli

3.5 Pemasangan Katalitik Konverter Pada Kendaraan Bermotor

Proses awal pemasangan katalitik konverter yaitu memodifikasi saluran gas buang kendaraan. Saluran gas buang kendaraan bermotor dipotong sepanjang 40

mm. Bagian saluran gas buang kendaraan bermotor yang dipotong digantikan dengan saluran pipa yang telah terpasang katalitik konverter.

Selanjutnya, pembuatan saluran pipa yang terpasang katalitik konverter. Saluran pipa dibuat menggunakan material *Stainless Steel* dengan ketebalan 60 mm. Katalitik konverter dipasang menggunakan resin *epoxy* agar merekat dengan sambungan pipa pada saluran gas buang kendaraan bermotor. Adapun ilustrasinya ditunjukkan oleh Gambar 3.5 dan dimensi saluran pipa ditunjukkan oleh Gambar 3.6 sebagai berikut:



Gambar 3. 5 Modifikasi saluran gas buang kendaraan bermotor (a) ilustrasi (b) asli

Gambar 3. 6 Dimensi sambungan saluran gas buang kendaraan bermotor (a) ilustrasi (b) asli

3.6 Pengujian Performansi

Katalitik konverter diuji pada kendaraan bermotor 110 cc. Adapun metode pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.6.1 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar gas buang yang keluar dari saluran gas buang kendaraan bermotor dengan kondisi sebelum dan sesudah ditambahkan katalitik konverter. Proses pengujian emisi gas buang diawali dengan pemeriksaan kondisi mesin dan saluran gas buang kendaraan bermotor. Pastikan kondisi normal, hidupkan mesin kendaraan motor selama ± 5 menit pada putaran rpm normal (*idle*), naikan putaran rpm selama ± 15 detik, pastikan temperatur mesin sesuai dengan temperatur kerja mesin yang berkisar 60°C sampai 80°C . Kemudian lakukan persiapan peralatan uji seperti *tools set gas analyzer*, dan sambungan saluran gas buang kendaraan bermotor yang telah ditambahkan katalitik konverter dengan 4 variasi ketebalan. Tarik gas hingga putaran rpm mesin naik, kemudian turunkan sampai putaran rpm berada pada putaran rpm *idle*, lakukan kalibrasi *gas analyzer*, masukkan probe *gas analyzer* pada saluran gas buang kendaraan bermotor, lakukan pengujian tanpa katalitik konverter dan dengan katalitik konverter menggunakan 4 variasi ketebalan. Kemudian matikan *gas analyzer*, matikan mesin motor, lepas probe *gas analyzer* dari saluran gas buang kendaraan bermotor, rapikan kembali alat uji dan bersihkan area pengujian serta catat hasil pengujian gas buang kendaraan bermotor, berupa kadar gas buang yang dikeluarkan.

3.6.2 Dynotest

Pengujian *dynotest* dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai torsi, daya, dan AFR pada kendaraan bermotor dengan kondisi sebelum dan sesudah ditambahkan katalitik konverter. Proses uji *dyno* diawali dengan memeriksa kendaraan bermotor, yaitu penyetelan transmisi dan tekanan udara. Kemudian siapkan sambungan saluran gas buang kendaraan bermotor yang telah ditambahkan katalitik konverter dengan sampel terbaik berdasarkan hasil uji emisi gas buang. Nyalakan komputer dan input data kendaraan bermotor, serta temperatur udara pada ruangan uji. Posisikan motor pada mesin *dynotest* dan sesuaikan posisi antara *roller* mesin dengan ban belakang. Penyesuaian dilakukan sampai poros roda belakang segaris dengan *roller* pada mesin, pasang kabel sensor *dyno* pada koil busi, dan tali pengaman pada *frame* roda depan motor, nyalakan motor, tunggu beberapa menit hingga mesin berada di temperatur panas optimal. Operasikan motor hingga

mencapai putaran rpm normal (*idle*), lalu klik tombol mulai pada komputer, lakukan tarikan gas sampai mesin *dyno* memberikan notifikasi MAX RPM. Jika pengujian telah selesai, rapikan kembali alat uji dan bersihkan area pengujian.

3.6.3 Uji Kebisingan

Uji kebisingan dilakukan untuk mengetahui perubahan level kebisingan kendaraan bermotor pada kondisi sebelum dan setelah ditambahkan katalitik konverter. Proses pengujian tingkat kebisingan diawali dengan pemeriksaan kendaraan motor untuk memastikan saluran gas buang kendaraan bermotor dan mesin dalam kondisi normal. Siapkan alat uji, meliputi *tools set*, *desible meter*, dan sambungan saluran gas buang kendaraan bermotor yang telah ditambahkan katalitik konverter dengan sampel terbaik berdasarkan hasil uji emisi gas buang. Posisikan motor pada area pengujian, posisikan *desible meter* pada jarak 50 cm dari saluran gas buang kendaraan bermotor dengan ketinggian 20 cm dari lantai, nyalakan kendaraan bermotor, tarik putaran gas hingga mencapai putaran rpm maksimal tahan 3 sampai 5 detik. Catat hasil tingkat kebisingan pada *desible meter*. (Moch. A. Kurniawan, 2021)

