

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur *lattice* telah menjadi bahan yang banyak digunakan dalam berbagai bidang desain, seperti dalam industri dirgantara, rekayasa biomedis, dan teknik mesin, karena memiliki berbagai keunggulan. Beberapa keunggulannya antara lain bobot yang ringan, kekuatan dan kekakuan yang tinggi per satuan berat, serta kemampuannya dalam menghantarkan dan menyebarkan panas. Sebelum istilah struktur *lattice* populer, konsep yang lebih umum dikenal adalah struktur *cellular*. Konsep ini pertama kali dikemukakan oleh Gibson dan Ashby, kemudian diperluas oleh Evans, Hutchinson, dan lain-lain. Menurut Gibson dan Ashby, struktur *cellular* mencakup bahan seperti busa terbuka (*open-cell foam*), busa tertutup (*closed-cell foam*), dan juga struktur sarang lebah (*honeycomb*) [1].

Saat ini, memiliki sepeda motor sudah menjadi hal yang lumrah di Indonesia. Kendaraan ini sangat penting bagi masyarakat sebagai sarana transportasi utama, khususnya untuk mobilitas sehari-hari seperti berangkat dan pulang kerja, yang pada akhirnya dapat mengoptimalkan kinerja mereka. Karena alasan ini, masyarakat membutuhkan kendaraan yang handal untuk mendukung pergerakan mereka. Di antara berbagai pilihan, motor matic menjadi preferensi utama dibandingkan motor manual. Pilihan ini didorong oleh beragam faktor, mulai dari pertimbangan finansial hingga kemudahan pengoperasian [2].

Berbeda dengan transmisi pada motor manual, motor matic menggunakan sistem penyalur tenaga yang dikenal sebagai CVT (*Continuously Variable Transmission*). Sistem ini bekerja dengan menggunakan V-belt dan pulley untuk menghasilkan perbandingan putaran yang bervariasi. Perubahan rasio putaran dicapai melalui gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh roller, yang kemudian menggerakkan variator pada pulley penggerak. Pulley pada sistem CVT ini bersifat fleksibel karena mampu menyesuaikan diameter kerjanya, sehingga memungkinkan terjadinya perubahan rasio secara kontinu sesuai kebutuhan kendaraan [3].

Salah satu pendekatan desain ringan yang semakin banyak dikembangkan dalam bidang rekayasa adalah optimasi topologi, khususnya melalui penerapan struktur lattice. Metode ini bertujuan untuk meningkatkan performa mekanis dengan mengurangi penggunaan material yang tidak dibutuhkan, sambil tetap menjaga kekakuan dan kekuatan komponen. Dengan mendistribusikan material secara strategis sesuai arah dan lokasi beban kerja yang diterima, struktur lattice mampu mengoptimalkan kinerja komponen — menghasilkan massa yang lebih ringan namun tetap mampu menahan beban secara efektif, terutama pada area-area kritis. Selain itu, desain lattice memberikan luas permukaan yang lebih besar, yang tidak hanya berguna dalam aspek mekanik, tetapi juga meningkatkan efisiensi perpindahan panas dan distribusi aliran fluida, sebagaimana ditunjukkan pada hasil simulasi dan eksperimen dalam studi terbaru [4].

Penelitian ini bertujuan untuk merekayasa ulang komponen rumah kopling menggunakan pendekatan optimasi topologi berbasis struktur lattice. Metode ini difokuskan untuk menurunkan massa komponen secara signifikan tanpa mengurangi performa mekanis, seperti kekakuan dan kekuatan struktur. Prosesnya dimulai dengan analisis beban menggunakan simulasi elemen hingga, yang dilanjutkan dengan optimalisasi distribusi material agar diperoleh bentuk geometri yang lebih efisien dan responsif terhadap kondisi kerja. Hasil optimasi tersebut kemudian dikembangkan lebih lanjut untuk diproduksi melalui teknologi manufaktur aditif (Additive Manufacturing) seperti Selective Laser Melting (SLM), yang mampu merealisasikan bentuk geometris kompleks dengan tingkat akurasi tinggi. Integrasi antara optimasi topologi dan teknologi 3D printing ini memungkinkan terciptanya komponen ringan, kuat, presisi tinggi, serta efisien dari sisi perakitan dan produksi [5].

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka identifikasi masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Rumah kopling motor *matic* masih memiliki bobot yang cukup berat, yang bisa mempengaruhi performa kendaraan terutama dalam hal efisiensi bahan bakar dan akselerasi.

2. Belum banyak diterapkan pendekatan desain yang lebih modern seperti optimasi topologi, khususnya yang berbasis struktur *lattice*, pada komponen rumah kopling motor *matic*.
3. Kekuatan rumah kopling harus tetap terjaga atau bahkan ditingkatkan, meskipun dilakukan pengurangan massa agar tidak mengorbankan ketahanan saat digunakan dalam kondisi kerja yang berat.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian yang terfokuskan, maka perlu diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada komponen rumah kopling motor *matic*, tanpa membahas komponen transmisi lainnya.
2. Optimasi dilakukan dengan menggunakan struktur *lattice* sebagai pendekatan utama, tanpa membandingkan dengan metode optimasi lainnya seperti *shape optimization* atau *topology optimization* konvensional.
3. Proses simulasi dan optimasi dilakukan menggunakan *software* pemodelan dan analisis berbasis elemen hingga (*finite element analysis*) yang tersedia, tanpa melibatkan proses manufaktur secara fisik.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka perumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana cara menerapkan pendekatan optimasi topologi dengan memanfaatkan struktur *lattice* dalam proses redesain rumah kopling motor *matic*?
2. Sejauh mana efisiensi bobot bisa dicapai setelah dilakukan desain ulang menggunakan struktur *lattice*?
3. Apakah struktur *lattice* yang diterapkan pada rumah kopling dapat menjaga atau bahkan meningkatkan kekuatan mekanis dibandingkan desain konvensional?

1.5 Tujuan Penelitian

Penulisan tugas akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang ulang komponen rumah kopling motor matic menggunakan pendekatan optimasi topologi dengan penerapan struktur *lattice* agar distribusi material lebih efisien.
2. Menghasilkan desain rumah kopling yang memiliki massa lebih ringan tanpa mengurangi kemampuan menahan beban operasional.
3. Melakukan analisis terhadap performa struktur hasil desain, baik dari sisi kekuatan mekanis maupun potensi penerapannya dalam proses manufaktur aditif seperti *3D printing*.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari percobaan pada tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan alternatif desain komponen yang lebih ringan namun tetap kuat.
2. Membuka peluang penerapan struktur *lattice* di industri otomotif.
3. Mendukung pemanfaatan teknologi manufaktur modern.

Intelligentia - Dignitas