

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang pesat mendorong industri sepeda motor untuk melakukan inovasi baik dari segi performa dan kenyamanan berkendara. Sepeda motor *matic* dengan transmisi *Continuously Variable Transmission* (CVT) menjadi salah satu opsi yang dipilih oleh masyarakat. Kelebihan dari transmisi otomatis *Continuously Variable Transmission* (CVT) dibanding transmisi manual yaitu pengoperasiannya mudah, memberikan sensasi berkendara lebih nyaman, perawatan lebih mudah, memiliki percepatan yang lebih halus dan bebas dari hentakan, sedangkan kelemahannya adalah konsumsi bahan bakar lebih boros dibandingkan dengan transmisi manual (Perdana, 2012).

Transmisi *Continuously Variable Transmission* (CVT) adalah sistem perpindahan kecepatan secara otomatis yang bekerja sesuai dengan putaran mesin yang di mana dalam sistem ini mesin tidak memakai gigi transmisi seperti transmisi manual atau *matic* mobil konvensional, tapi sebagai gantinya menggunakan dua buah *pulley* (*drive pulley* dan *driven pulley*) yang dihubungkan dengan sabuk yang dinamakan *v-belt* (Rochadi, 2009).

Salah satu komponen penting pada sistem transmisi motor *matic* adalah kampas kopling ganda. Kampas kopling ganda merupakan jenis kopling yang melakukan penghubungan dan pemutusan tenaga berlangsung secara otomatis (Willem M.E, 2013). Pada sistem transmisi *Continuously Variable Transmission* (CVT), kampas kopling ganda berperan penting dalam meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh mesin agar bisa sampai ke roda penggerak dengan cara kerja membuka dan menutup kampas kopling ganda terhadap rumah kopling ganda supaya pada saat tertentu tenaga yang dihasilkan oleh mesin tidak diteruskan menuju roda penggerak sehingga kendaraan dapat hidup saat putaran mesin dalam kondisi stasioner (Akhmadi & Usman, 2021).

Namun, kampas kopling ganda sebagai komponen yang berputar dengan kecepatan tinggi menerima pembebanan mekanis akibat gaya sentrifugal selama proses operasi. Pembebanan tersebut mengharuskan komponen memiliki kekuatan struktur yang memadai agar mampu bekerja dengan aman pada berbagai kondisi putaran (Khurmi & Gupta, 2005). Di sisi lain, pengurangan massa komponen tanpa mengurangi kemampuan struktur menjadi salah satu pendekatan dalam pengembangan desain yang lebih efisien. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam rekayasa desain untuk mencapai tujuan tersebut adalah optimasi topologi, yaitu metode optimasi yang bertujuan menentukan distribusi material yang paling efisien pada suatu ruang desain berdasarkan kondisi pembebanan dan batasan tertentu, sehingga diperoleh komponen dengan massa yang lebih rendah namun tetap memenuhi kebutuhan kekuatan struktur (Bendsøe & Sigmund, 2004). Proses optimasi tersebut umumnya dipadukan dengan metode *Finite Element Analysis* (FEA) untuk mengevaluasi respons struktur akibat pembebanan yang diberikan. Melalui FEA, distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan dapat dianalisis sebelum komponen diproduksi sehingga perubahan desain yang dihasilkan dari proses optimasi dapat divalidasi secara numerik (Bathe, 1996).

Sejalan dengan hal tersebut, penelitian mengenai optimasi kampas kopling ganda sentrifugal telah dilakukan oleh Saimona, dkk. (2016) melalui variasi massa kampas kopling untuk membandingkan efisiensi beberapa model terhadap desain standar pabrikan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perubahan geometri dapat memengaruhi karakteristik kerja komponen. Namun, penelitian tersebut belum menerapkan pendekatan optimasi topologi yang dipadukan dengan analisis *Finite Element Analysis* (FEA) untuk mengevaluasi pengaruh perubahan geometri terhadap massa, distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan secara komprehensif.

Penelitian mengenai optimasi topologi berbasis *Finite Element Analysis* (FEA) juga telah banyak diterapkan pada berbagai komponen mekanik untuk memperoleh struktur yang lebih ringan tanpa mengurangi kekuatan. (Sutanto dkk., 2022) menerapkan metode optimasi topologi dan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*) pada struktur *boom excavator* Komatsu PC288US-3

sehingga diperoleh desain dengan distribusi material yang lebih efisien serta tetap memenuhi persyaratan kekuatan struktur. Selain itu, (Hadi Suryo & Yunianto, 2020) melakukan optimasi topologi pada struktur *arm* excavator CAT 374D L menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*) dan menunjukkan bahwa optimasi topologi mampu menghasilkan desain yang lebih ringan dengan distribusi tegangan yang masih berada pada batas aman. Hasil dari kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa kombinasi metode optimasi topologi dan *Finite Element Analysis* (FEA) efektif digunakan sebagai pendekatan dalam merancang komponen mekanik yang memiliki rasio kekuatan terhadap massa yang lebih baik. Namun, penerapan metode tersebut pada komponen kampas kopling ganda sepeda motor matic masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan optimasi topologi berbasis FEA pada kampas kopling ganda Yamaha Aerox 155 dengan tujuan mereduksi massa komponen sekaligus meningkatkan faktor keamanan sehingga diperoleh desain yang lebih optimal.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan serta hasil penelitian terdahulu, pendekatan optimasi topologi menjadi salah satu metode yang berpotensi menghasilkan desain kampas kopling ganda yang lebih efisien dengan mendistribusikan material secara optimal tanpa mengurangi integritas struktur (Bendsøe & Sigmund, 2004). Selanjutnya, metode *Finite Element Analysis* (FEA) digunakan untuk mengevaluasi respons struktur akibat pembebanan mekanis, seperti distribusi *von Mises Stress*, *Total Deformation*, dan *Safety Factor* sebelum komponen diproduksi (Bathe, 1996). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengoptimasi topologi kampas kopling ganda motor *matic* menggunakan *Autodesk Inventor* dan *ANSYS Workbench* untuk memperoleh desain dengan massa yang lebih rendah serta tetap memenuhi kriteria kekuatan struktur.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah antara lain:

1. Kampas kopling ganda menerima pembebanan mekanis akibat gaya sentrifugal selama proses operasi sehingga memerlukan kekuatan struktur yang memadai untuk menjaga keandalannya.
2. Diperlukan desain kampas kopling ganda yang lebih efisien melalui reduksi massa tanpa mengurangi integritas struktur komponen.
3. Penerapan metode optimasi topologi yang dipadukan dengan *Finite Element Analysis* (FEA) pada kampas kopling ganda sepeda motor *matic* masih terbatas, khususnya untuk mengevaluasi pengaruh optimasi terhadap massa, *von Mises Stress*, *Total Deformation*, dan *Safety Factor*.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Objek penelitian dibatasi pada kampas kopling ganda motor Yamaha Aerox 155 Tahun 2019 dengan sistem transmisi *Continuously Variable Transmission* (CVT).
2. Penelitian difokuskan pada optimasi topologi kampas kopling ganda untuk memperoleh desain dengan massa yang lebih rendah. Analisis dilakukan berdasarkan parameter massa, *von Mises Stress*, *Total Deformation*, dan *Safety Factor*.
3. Analisis dilakukan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) melalui *software Autodesk Inventor* dan *ANSYS*.
4. Simulasi dilakukan pada kondisi pembebanan maksimum sesuai parameter penelitian, sehingga tidak mempertimbangkan pengaruh gesekan, temperatur, keausan, maupun fenomena dinamis yang terjadi selama proses *engagement* kampas kopling dengan rumah kopling.
5. Material dari kampas kopling ganda disesuaikan dengan material awal yaitu *zinc cast alloy* dan untuk material geseknya adalah komposit *epoxy/glass fiber*.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

Bagaimana penerapan metode optimasi topologi menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) untuk memperoleh desain kampas kopling ganda motor matic yang memiliki massa lebih rendah tanpa mengurangi integritas struktur berdasarkan parameter *von Mises Stress*, *Total Deformation*, dan *Safety Factor*?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menerapkan metode optimasi topologi pada kampas kopling ganda motor matic untuk memperoleh desain dengan massa yang lebih rendah.
2. Menganalisis pengaruh hasil optimasi topologi terhadap nilai *von Mises Stress*, *Total Deformation*, dan *Safety Factor* menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA).
3. Menentukan model kampas kopling ganda yang paling optimal berdasarkan hasil perbandingan massa dan *Safety Factor*.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun, manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif desain kampas kopling ganda yang lebih efisien melalui reduksi massa tanpa mengurangi integritas struktur komponen.
2. Menjadi referensi dalam penerapan metode optimasi topologi yang dipadukan dengan *Finite Element Analysis* (FEA) pada proses optimasi komponen otomotif.
3. Menambah referensi ilmiah mengenai pengaruh optimasi topologi terhadap massa, *von Mises Stress*, *Total Deformation*, dan *Safety Factor* pada kampas kopling ganda motor matic.