

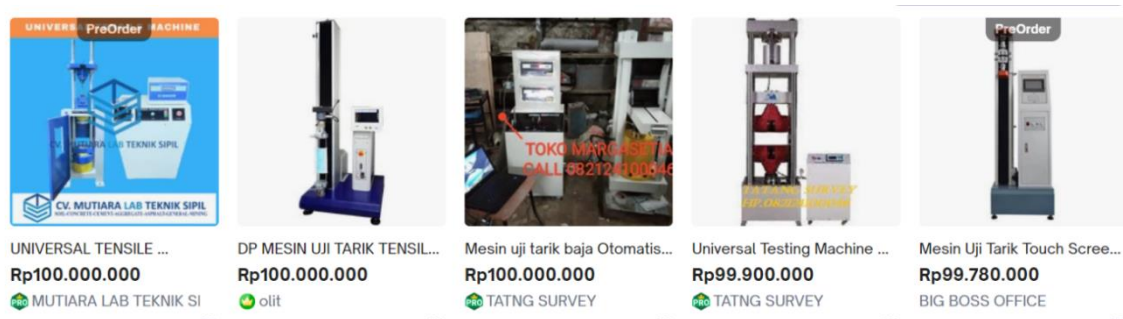
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam industri rekayasa, pemilihan material yang tepat merupakan faktor penting dalam menentukan kinerja dan keandalan suatu produk. Untuk memastikan bahwa material yang digunakan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan, diperlukan serangkaian pengujian mekanik yang komprehensif. Pengujian mekanik memungkinkan para insinyur untuk mengevaluasi sifat-sifat yang terdapat pada material seperti kekuatan tarik (*tensile strength*), modulus elastisitas, elongasi, dan ketangguhan. Informasi yang diperoleh dari pengujian ini sangat penting dalam proses perancangan dan pengembangan produk, serta dalam memastikan keselamatan dan umur pakai suatu struktur (Sutisna et al., 2021). Dari semua jenis pengujian destruktif, pengujian tarik merupakan jenis pengujian yang paling sering diterapkan untuk mengevaluasi sifat mekanik material. Melalui uji tarik, dapat diperoleh data kuantitatif mengenai kekuatan tarik, kekuatan luluh, ketangguhan, dan keuletan material. Prinsip dasar uji tarik adalah memberikan beban tarik secara bertahap pada spesimen hingga terjadi kegagalan (Samnur & Anwar, 2022).

Mesin uji tarik bekerja dengan cara menarik bahan uji secara perlahan dan stabil. Selama proses penarikan, mesin ini akan terus mengukur seberapa besar gaya tarik yang diberikan dan seberapa panjang bahan uji bertambah. Proses ini akan terus berlanjut hingga bahan uji putus. Jadi, bahan uji yang sudah diuji tidak bisa digunakan lagi karena sudah mengalami kerusakan (Samnur & Anwar, 2022). Peralatan pengujian tersebut merupakan *part* penting dalam laboratorium pendidikan, mendukung proses pembelajaran secara efektif. Seiring perkembangan teknologi, material dengan sifat mekanik yang lebih baik banyak dikembangkan (Pandiati et al., 2017). Penggunaan alat ini dalam praktikum memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan teori yang telah dipelajari di kelas, seperti hukum Hooke, grafik tegangan-regangan, dan modulus elastisitas, ke dalam situasi nyata. Dengan demikian, mereka dapat melihat secara langsung bagaimana perubahan parameter uji, seperti peningkatan beban atau percepatan laju tarik, memengaruhi hasil pengujian dan karakteristik material. Ini tidak hanya membantu mereka memahami teori lebih dalam, tetapi juga melatih keterampilan praktis dan analitis yang krusial dalam bidang teknik. Namun, peralatan uji tarik yang tersedia di pasaran umumnya memiliki harga yang cukup tinggi, seperti yang terlihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Harga mesin uji tarik di pasaran(“Jual mesin uji tarik baja | Tokopedia,” n.d.).

Dari Gambar 1.1 diketahui mesin uji tarik memiliki harga yang cukup tinggi, sehingga menyulitkan institusi untuk melengkapinya demi mendukung kegiatan belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat uji tarik yang menggunakan dongkrak sebagai solusi atas keterbatasan peralatan di laboratorium. Penggunaan dongkrak menjadi alternatif yang efisien untuk menekan biaya produksi alat uji tanpa mengorbankan kinerjanya (Gerson et al., 2023). Dengan pengembangan alat uji tarik berbasis dongkrak, diharapkan peserta didik dapat secara langsung mengamati dan memahami perilaku material ketika dikenakan gaya tarik. Alat ini dirancang tidak hanya sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai instrumen pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep dasar dalam mekanika bahan. Dengan kemampuan untuk mengatur beban dan kecepatan tarik secara fleksibel, alat uji ini memungkinkan eksplorasi berbagai aspek penting yang memengaruhi perilaku material saat diuji, seperti tegangan, regangan, dan batas elastisitas.

Dari beberapa uraian di atas, diperlukan alternatif alat uji tarik yang dapat digunakan untuk menunjang proses pembelajaran, seperti dalam praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat uji tarik sebagai media pembelajaran yang efektif. Dengan alat ini, mahasiswa dapat langsung mengaplikasikan teori yang telah mereka pelajari melalui praktik. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan gambaran langsung tentang proses pengujian tarik dan mekanisme yang terjadi selama proses tersebut. Dengan begitu hasil yang diharapkan adalah mahasiswa bisa paham secara teori dan praktik tentang proses pengujian tarik dan fenomena yang terjadi di dalamnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang konsep awal alat uji tarik skala laboratorium yang sesuai dengan prinsip mekanika dan standar pengujian material?

2. Bagaimana mengevaluasi performa mekanis awal dari rancangan alat uji tarik melalui simulasi numerik menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilakukan berdasarkan beberapa poin berikut:

1. Mengetahui rancangan konseptual alat uji tarik skala laboratorium yang sesuai dengan standar pengujian material dan prinsip dasar mekanika.
2. Mengetahui performa mekanis awal dari desain alat uji tarik melalui simulasi numerik menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA), khususnya dalam hal distribusi tegangan, regangan, dan deformasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang akan didapat setelah penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam bentuk konsep desain awal alat uji tarik skala laboratorium yang ekonomis dan dapat diimplementasikan dalam lingkungan pendidikan teknik.
2. Menyediakan data awal performa struktural alat yang divalidasi melalui pendekatan simulasi numerik, sebagai dasar evaluasi teknis sebelum tahap realisasi fisik.
3. Menjadi referensi dalam pengembangan perangkat praktikum teknik mesin yang berbasis pendekatan teoritis dan simulatif, khususnya pada tingkat kesiapterapan teknologi (TKT) 2.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah berfungsi sebagai kerangka yang membatasi ruang lingkup penelitian, sehingga penelitian dapat dilakukan secara lebih terarah dan mendalam. Berikut merupakan batasan dalam penelitian yang akan dilakukan:

1. Penelitian ini hanya mencakup tahap perancangan konseptual alat uji tarik tanpa melakukan pembuatan prototipe secara fisik.
2. Analisis difokuskan pada aspek mekanik dan struktural dari alat, tanpa melibatkan sistem kendali elektronik atau otomasi.
3. Evaluasi performa alat dilakukan secara teoritis menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA), tanpa uji eksperimental di laboratorium.
4. Spesifikasi spesimen pengujian merujuk pada standar ASTM E8 untuk material logam berbentuk silinder.

5. Alat dirancang khusus untuk keperluan praktikum pendidikan teknik, bukan untuk pengujian berskala industri.

1.6 Sistematika Penulisan

Proposal skripsi ini terdiri dari 3 bab yang disusun secara sistematis. Struktur ini mengikuti aturan penulisan ilmiah, sehingga memudahkan pembaca memahami alur penelitian dari awal hingga akhir sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Landasan fundamental penelitian ditetapkan dalam bab ini. Latar belakang permasalahan yang menjadi alasan dilakukannya penelitian diuraikan pada bagian ini. Selanjutnya, rumusan masalah yang telah terjawab dipaparkan, serta tujuan dan manfaat yang telah dicapai ditegaskan. Batasan masalah juga ditetapkan secara jelas agar ruang lingkup penelitian tetap fokus. Dengan demikian, fondasi yang kokoh mengenai arah dan fokus penelitian dibangun oleh bab ini, khususnya dalam konteks pengembangan konsep alat uji tarik pada tingkat kesiapterapan teknologi (TKT) 2.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berbagai landasan teori yang mendukung penelitian diuraikan dalam bab ini. Pembahasan diawali dengan penjelasan mengenai teori dasar pengujian tarik. Sejarah, prinsip kerja alat, serta konsep utama dari ilmu kekuatan material tercakup dalam teori tersebut. Bagaimana suatu bahan bereaksi, seperti meregang, bengkok, atau patah, ketika menerima gaya tarikan dijelaskan oleh ilmu kekuatan material. Selanjutnya, berbagai *part* penting dalam alat uji tarik dirinci pada bab ini. *Part* tersebut meliputi bagian pencekam spesimen, sistem pengukuran beban, dan mekanisme penggerak. Konsep faktor keamanan untuk memastikan desain alat tetap kuat juga dibahas. Selain itu, metode simulasi komputer (FEA) yang digunakan untuk menguji kekuatan desain secara virtual turut dijelaskan. Terakhir, standar pengujian yang berlaku ditinjau, penelitian terdahulu dibandingkan, dan kebaruan dari penelitian ini dijelaskan.

3. BAB III METODE PERANCANGAN

Bab tiga mendefinisikan metode perancangan yang digunakan beserta setiap tahapannya. Bab ini diawali dengan deskripsi singkat mengenai metode perancangan yang diterapkan, kemudian diikuti dengan pemaparan setiap tahap dalam bentuk diagram alir perancangan. Setiap tahapan dalam diagram alir meliputi: definisi tujuan perancangan, perumusan spesifikasi kinerja teknis, pengembangan alternatif konsep

desain, permodelan tiga dimensi, analisis struktural, evaluasi kinerja, validasi konseptual, dan penyusunan jadwal pelaksanaan perancangan. Setiap tahapan tersebut dibahas dalam subbab tersendiri untuk menjelaskan kegiatan yang dilakukan oleh peneliti pada masing-masing tahap. Bab ini ditutup dengan penjabaran waktu yang diperlukan dalam proses perancangan melalui jadwal pelaksanaan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab Empat terbagi menjadi dua subbab utama. Pada Subbab 4.1, kekuatan setiap *part* dianalisis melalui perhitungan numerik yang kemudian diverifikasi dengan simulasi pada perangkat lunak *ANSYS*. Perhitungan numerik difokuskan pada *part-part* yang menerima beban secara langsung. *Part* tersebut dipilih sebagai fokus utama karena potensi kegagalannya dapat secara langsung memengaruhi keakuratan hasil akhir dari pengujian yang dilakukan. Selanjutnya, pada Subbab 4.2, *part-part* tersebut dipilih dan disatukan menjadi sebuah desain prototipe yang utuh. Desain ini kemudian diuji kembali melalui simulasi untuk memastikan kekuatannya secara keseluruhan. Sebuah desain dinyatakan siap dibuat menjadi prototipe jika total perubahan bentuk (deformasi) yang terjadi berada di bawah batas nilai yang diinginkan.

5. BAB IV PENUTUP

Pembahasan pada Bab Lima dibagi menjadi dua bagian, yaitu kesimpulan dan saran. Bagian kesimpulan, yang dijelaskan pada Subbab 5.1, merupakan rangkuman dari temuan-temuan utama penelitian. Dalam subbab ini, dibahas secara terperinci mengenai dua hal. Pertama, metode yang digunakan untuk memperoleh rancangan konseptual prototipe alat uji tarik yang paling efektif. Kedua, validasi performa mekanis rancangan tersebut, yang dibuktikan melalui kesesuaian antara data perhitungan manual (numerik) dengan data simulasi digital.

Bagian selanjutnya, yaitu Subbab 5.2, berisi rekomendasi atau saran untuk penelitian di masa mendatang. Saran-saran ini dirumuskan sebagai panduan agar pengembangan prototipe selanjutnya dapat mencapai hasil yang lebih optimal atau mencakup aspek-aspek yang belum sempat diteliti dalam laporan ini.