

BAB I

PENDAHULUAN

Bagian awal proyek akhir ini bertujuan untuk memberi pembaca dasar yang kuat untuk memahami topik yang akan dibahas. Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah yang melatarbelakangi proyek akhir ini, rumusan masalah yang akan terjawab, tujuan yang ingin dicapai, dan sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri pertahanan global mendorong setiap negara untuk meningkatkan kemampuan inovasi, kualitas produk, serta kapasitas uji laboratorium yang memenuhi standar internasional. Dalam konteks tersebut, keberadaan fasilitas uji balistik yang andal dan presisi menjadi kebutuhan fundamental untuk menjamin mutu produk perlindungan balistik, termasuk kaca tahan peluru yang digunakan pada kendaraan taktis, instalasi vital, dan aplikasi keamanan lainnya (Jasi, Bura and Jupriyanto, 2019). PT Pindad Enjiniring Indonesia merupakan satu-satunya anak perusahaan dari PT Pindad (Persero), sebuah BUMN yang bergerak dalam bidang industri pertahanan, yang memainkan peran penting dalam mendorong perekonomian nasional. PT Pindad Enjiniring Indonesia, sebagai salah satu entitas strategis yang mendukung ekosistem pertahanan nasional, memiliki peran penting dalam memastikan bahwa setiap proses uji yang dilakukan mampu memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan yang ketat. Keandalan sistem pendukung pengujian, termasuk *bracket* penopang kaca tahan peluru, secara langsung mempengaruhi kredibilitas layanan uji perusahaan dan daya saing bisnis dalam industri pertahanan.

Dalam sistem pengujian balistik, performa *bracket* menjadi salah satu komponen paling krusial karena berfungsi sebagai media penahan dan penyalur beban dari kaca tahan peluru yang menerima tumbukan proyektil berkecepatan tinggi. Standar NIJ 0108.01, khususnya kategori Tipe IV, mensyaratkan ketahanan terhadap amunisi berkaliber tinggi dengan energi kinetik besar, sehingga beban dinamis yang diteruskan ke struktur pendukung sangat signifikan. Jika *bracket* tidak dirancang dengan benar, kesalahan pengujian dapat terjadi, mulai dari interpretasi hasil yang tidak akurat hingga risiko keruntuhan struktural yang membahayakan personel dan fasilitas (Shim *et al.*, 2015). Pada level operasional maupun bisnis, kegagalan tersebut dapat menurunkan reputasi perusahaan, menambah biaya pengujian ulang, dan menghambat daya saing PT Pindad Enjiniring Indonesia. Oleh karena itu, pengembangan *bracket* yang kuat, stabil, dan efisien menjadi kebutuhan strategis, bukan hanya sebagai tuntutan rekayasa, tetapi juga sebagai instrumen untuk menjaga kepercayaan pelanggan dan memperluas peluang pasar (Irfan *et al.*, 2023).

Penelitian terhadap performa *bracket* penopang kaca tahan peluru menggunakan pendekatan numerik *Finite Element Analysis* (FEA) menjadi metode yang efektif untuk memahami perilaku struktural terhadap berbagai jenis pembebanan. FEA memberikan kemampuan untuk memvisualisasikan distribusi tegangan, deformasi, regangan, dan faktor keamanan secara detail. Pendekatan ini telah banyak digunakan dalam riset rekayasa struktural guna meningkatkan kualitas desain dan memastikan keandalan komponen terhadap beban dinamis maupun statis (Dabit *et al.*, 2020; Furqani *et al.*, 2022). Dengan demikian, penggunaan FEA dalam penelitian ini bukan hanya memenuhi kebutuhan analitis, tetapi juga mendukung efisiensi dan efektivitas biaya bagi perusahaan dalam menjalankan aktivitas pengembangan produk.

Melalui pendekatan piramida terbalik, pendahuluan ini membangun konteks dari perkembangan industri pertahanan dan kebutuhan akan fasilitas uji balistik yang presisi, kemudian mengerucut pada urgensi teknis serta implikasi bisnis dari perancangan *bracket* kaca tahan peluru. Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif mengenai respons struktural *bracket* terhadap beban dinamis dan statis, mengevaluasi performa tiga material berbeda, serta menentukan ketebalan optimal guna memastikan faktor keamanan minimal terpenuhi sebesar 4 pada kondisi pembebanan dinamis akibat gaya tembakan peluru yang mengenai kaca tahan peluru. Temuan dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memperbaiki keandalan struktur secara teknis, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional, keunggulan kompetitif, dan citra profesional PT Pindad Enjiniring Indonesia sebagai entitas strategis yang mendukung ekosistem pertahanan nasional. Dengan demikian, hasil studi ini memiliki nilai strategis baik bagi pengembangan internal perusahaan maupun bagi keberlanjutan bisnis dalam ekosistem industri pertahanan nasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan dari latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana kinerja *bracket* kaca tahan peluru menggunakan metode simulasi numerik pada kondisi pembebanan dinamis dan statis?
- b) Bagaimana pengaruh variasi material pada *bracket* kaca tahan peluru terhadap hasil simulasi numerik?
- c) Berapa ketebalan yang efisien untuk *bracket* berdasarkan material yang digunakan pada simulasi yang dilakukan?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah guna untuk membatasi penelitian, antara lain:

- a) *Bracket* dan seluruh komponennya didesain dengan ketebalan sama sesuai ketentuan PT Pindad Enjiniring Indonesia.
- b) Analisis dan simulasi difokuskan pada *bracket* kaca tahan peluru.
- c) Beban yang bekerja berasal dari bobot kaca tahan peluru dan gaya yang dihasilkan oleh tembakan.
- d) Berdasarkan data lapangan dari PT Tamindo Glass, diketahui berat kaca tahan peluru dengan dimensi 2500 cm² dan tebal 40 mm adalah 25 kg.
- e) Tipe yang digunakan dalam simulasi adalah Tipe IV standar NIJ 0108.01.
- f) Kecepatan awal peluru saat keluar dari laras sebesar 883 m/s.
- g) Kecepatan akhir peluru saat mengenai kaca diasumsikan 0 m/s.
- h) Waktu tumbukan peluru dengan kaca bernilai 0,04 s berdasarkan literatur jurnal.
- i) Gaya yang dihasilkan oleh tembakan dari senjata api yang akan mengenai kaca tahan peluru diasumsikan sama dengan yang mengenai *bracket*.
- j) Pengukuran tegangan hanya dilakukan pada titik kritis yang telah ditentukan.
- k) Titik pengelasan dan pengelasan pada *bracket* dianggap tidak berpengaruh.
- l) Gaya tekan dari baut yang menekan kaca diasumsikan tidak berpengaruh.
- m) Nilai faktor keamanan yang menjadi acuan paling minimum adalah sebesar 4, atau yang mendekati 4, pada kondisi pembebanan dinamis.
- n) Tidak dilakukan uji tembak secara langsung.

1.4 Tujuan

Berdasarkan pemaparan pada rumusan masalah dan batasan masalah, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Mengetahui kinerja *bracket* kaca tahan peluru menggunakan metode simulasi numerik pada kondisi pembebanan statis dan dinamis.
- b) Mengetahui pengaruh variasi material pada *bracket* kaca tahan peluru terhadap hasil simulasi numerik.
- c) Mengetahui ketebalan yang efisien untuk *bracket* berdasarkan material yang digunakan pada simulasi yang dilakukan.

1.5 Luaran

Pelaksanaan penelitian akan ini menghasilkan luaran, yaitu:

- a) Laporan Proyek Akhir
- b) Jurnal Publikasi
- c) Hak Kekayaan Intelektual (HKI)
- d) Data Hasil Simulasi Numerik

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Laporan proyek akhir ditulis dalam 5 bab berurutan untuk memenuhi kaidah penulisan ilmiah. Urutan pada bab-bab dapat diuraikan sebagai berikut:

1.6.1 Pendahuluan

Bab Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, luaran, dan sistematika penulisan laporan.

1.6.2 Tinjauan Pustaka

Bab tinjauan pustaka berisikan tentang kajian literatur yang menjadi dasar berfikir dalam penelitian ini. Pada bab ini menjabarkan teori-teori maupun konsep yang bersinggungan dengan topik penelitian.

1.6.3 Metodologi

Bab metodologi berisikan tahapan yang ditempuh dalam menyelesaikan penelitian. Pada bab ini diletakkan kerangka penelitian dan bagaimana hasil penelitian yang akan divalidasi untuk menguji keabsahan hasil penelitian yang dilakukan.

1.6.4 Hasil dan Pembahasan

Bab hasil dan pembahasan hasil penelitian yang kemudian akan dikaji dan dianalisis dengan teori terkait. Sebagai bab inti dalam penelitian, pada bab ini akan mengupas pengaruh dari variabel-variabel penelitian melalui properti yang diperoleh dari hasil simulasi numerik.

1.6.5 Kesimpulan dan Saran

Sebagai bab penutup, bab ini berisikan ringkasan singkat penelitian yang dituangkan dalam kesimpulan penelitian. Selain itu, pada bab ini akan menyampaikan rekomendasi atau saran bagi penelitian lebih lanjut yang diperoleh dari hasil penelitian.