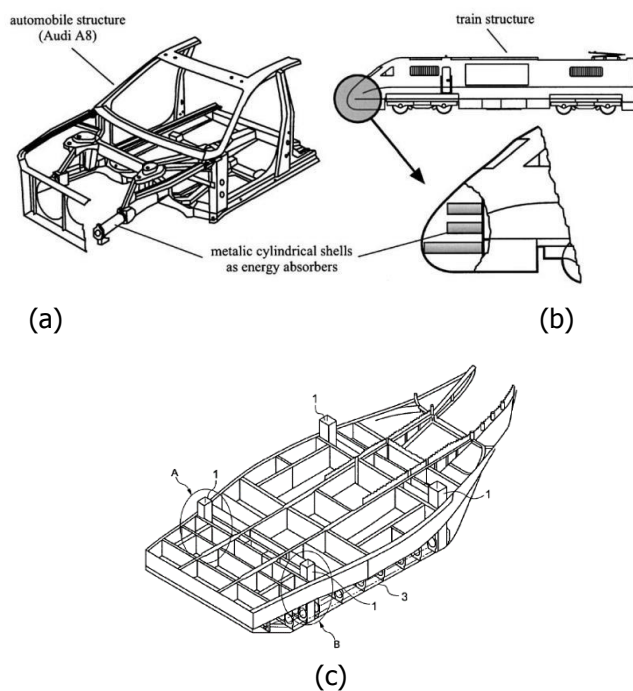


# PENGEMBANGAN STRUKTUR LAIKTABRAK UNTUK KESELAMATAN ALAT TRANSPORTASI

## 1. DESKRIPSI RISET

### 1.1 Deskripsi singkat

Banyaknya kecelakaan yang terjadi pada alat transportasi, terutama untuk transportasi darat yang banyak meminta korban, memerlukan langkah perlindungan keselamatan yang lebih baik. Bentuk kecelakaan yang sering terjadi adalah benturan mobil dengan benda-benda lain seperti kendaraan lain, pagar, tembok, dan lain-lain; tabrakan antar kereta api; dan benturan pada bagian lantai pesawat atau helikopter ketika terjadi pendaratan darurat. Untuk mengurangi pengaruh benturan ini terhadap penumpang, struktur alat transportasi dirancang agar beban yang timbul karena benturan dapat diserap. Dengan merancang ulang komponen peredam beban benturan atau menambahkan komponen untuk keperluan ini, diharapkan korban yang timbul karena kecelakaan alat transportasi dapat dikurangi atau bahkan dihindari.



Gambar 1. Penggunaan *crash box* pada (a) struktur mobil [1], (b) struktur kereta [1],  
(c) struktur *crushable subfloor* pada helikopter [2]

Contoh alat yang khusus dibuat untuk melindungi penumpang mobil adalah penahan impact depan dan belakang (*bumper*). Penahan impact bekerja dengan menggunakan prinsip penyerapan energi kinetik sebesar mungkin dan membatasi beban yang diterima penumpang. Penahan impact alat transportasi pada umumnya menggunakan struktur kolom yang akan mengalami deformasi untuk menyerap energi kinetik jika terjadi kecelakaan; struktur ini diberi nama *crash box*. Rancangan *crash*

*box* sangat menentukan besaran energi yang dapat diserap dan beban yang diterima penumpang, dua parameter yang sangat menentukan keselamatan penumpang saat terjadi kecelakaan. Gambar 1(a) dan Gambar 1(b) menunjukkan penggunaan *crash box* pada penahan impact depan mobil dan kereta api [1], sedangkan Gambar 1(c) menunjukkan penggunaan *crash box* pada penahan impact komponen *crushable subfloor* pada helicopter [2]. Pada saat terjadi kecelakaan/benturan, *crash box* ini dikorbankan untuk menyerap energi kinetik dengan cara mengubahnya menjadi energi deformasi permanen dalam arah longitudinalnya.

Upaya penguasaan teknologi terkait dengan *crashworthiness* (laiktabrak) alat transportasi merupakan penelitian jangka panjang yang sedang berjalan di Kelompok Keahlian Struktur Ringan, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, ITB. Sebagai bagian peta jalan penelitian tersebut telah dilakukan, seperti studi numerik, eksperimen dan analitik awal tentang karakter penyerapan energi tumbukan oleh struktur *crash box* prismatic dengan berbagai geometri penampang, yaitu struktur prismatic berdinding tipis, dinding ganda, bersel jamak, bersudut jamak dan struktur prismatic yang diisi dengan busa aluminium. Hasil-hasil tersebut sudah dipublikasikan diberbagai jurnal internasional, seminar internasional dan seminar nasional.

Selanjutnya, perlu dikembangkan sistem *crash box* kendaraan yang memenuhi standar keamanan, durabilitas, dan keselamatan untuk aplikasi alat transportasi. Tujuan dari pengembangan sistem *crash box* adalah untuk memberikan solusi struktur yang efisien dalam menyerap energi tabrak pada saat kendaraan mengalami kecelakaan tabrak dalam arah aksial. Sistem *crash box* yang dikembangkan adalah sistem modul yang mudah untuk dipasang/dilepas pada struktur utama depan kendaraan (*front rail structure*). Dengan demikian, produk *crash box* ini bisa digunakan untuk produk kendaraan baru ataupun untuk komponen pengganti (*service part*) apabila komponen ini rusak setelah mengalami tabrak depan.

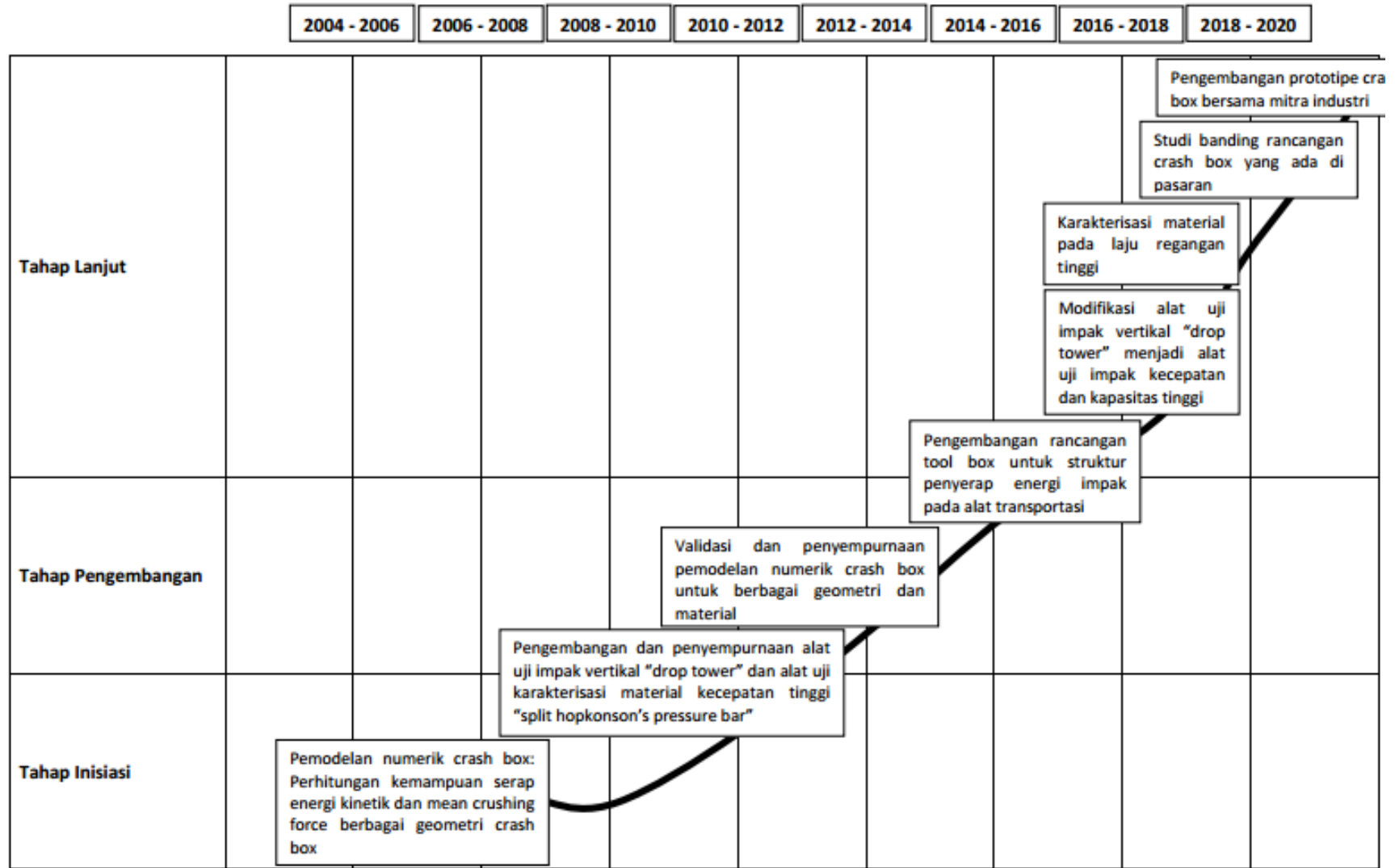
Metoda yang digunakan dalam penelitian *crash box* ini adalah metoda pengembangan yang mengintegrasikan proses perancangan berdasarkan arsitektur yang tersedia pada struktur depan kendaraan, dengan memperhatikan data-data kecelakaan yang ada, pengembangan produk yang memenuhi kriteria keselamatan penumpang dengan menggunakan komputasi numerik, pengujian dinamika dengan menggunakan *drop weight impact testing machine* untuk validasi desain, dan pengembangan sistem produksi yang diaplikasikan pada saat pembuatan prototipe maupun proses produksi dalam skala besar.

Produk *crash box* yang dikembangkan dalam penelitian ini berbentuk prototipe yang kemudian dapat diproduksi secara massal dengan harga yang kompetitif dan penggunaan material yang minimum. Disamping itu, akan juga dibuat perangkat lunak sebagai pedoman perancangan (*crash box design guideline*) yang pertama dalam industri otomotif.

**Referensi :**

- [1] Marsolek, J., and Reimerdes, H.G. Energy absorption of metallic cylindrical shells with induced non-axisymmetric folding patterns. *International Journal of Impact Engineering*, Vol. 30, 1209–23, 2004.
- [2] Hayashi. Impact Resistant Structure for the Helicopter and Energy Absorber Used for the Same. US Patent, US006959894B2, Nov 2005.

### 1.2 Roadmap riset program doktor



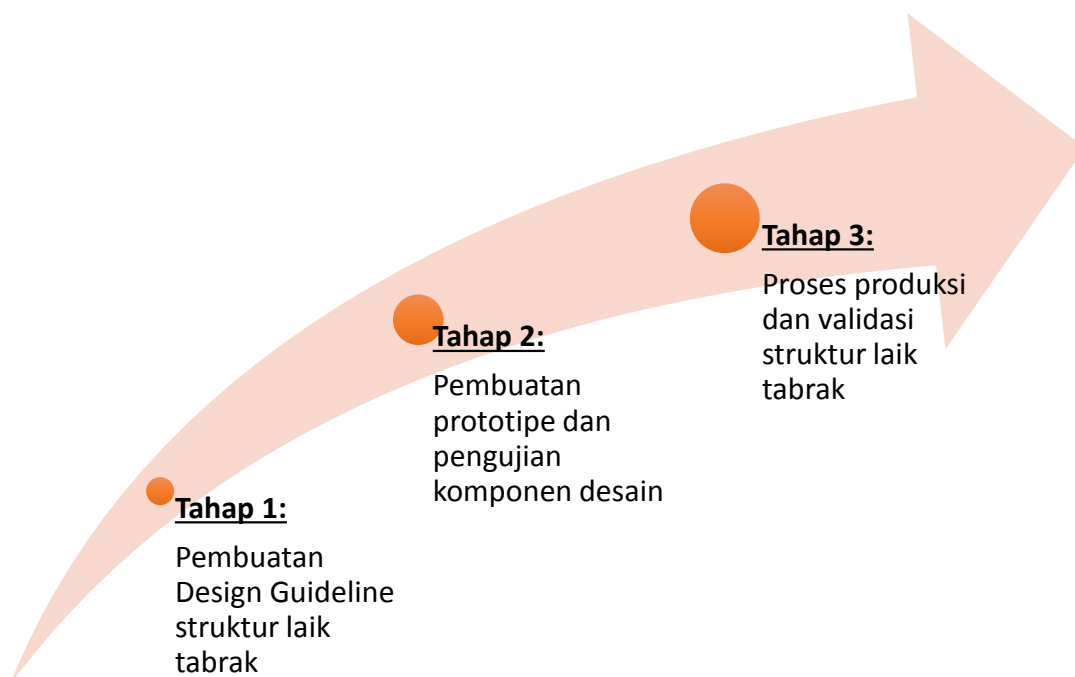
Gambar 2. Peta Jalan Penelitian Crashworthiness Kelompok Keahlian Struktur Ringan FTMD – ITB (2005 – 2020)

Gambar 2 menunjukkan peta jalan penelitian crashworthiness Kelompok Keahlian Struktur Ringan FTMD–ITB secara menyeluruh mulai tahun 2005 s.d. tahun 2020. Penelitian mengenai keselamatan transportasi secara umum dan mekanisme penyerapan energi oleh crash box secara khusus telah dilakukan secara bertahap di Kelompok Keahlian Struktur Ringan, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB sejak tahun 2005.

Penguasaan teknologi/pengetahuan tentang *crashworthiness* yang diwujudkan dalam bentuk standar sistem perancangan struktur kendaraan untuk pengelolaan energi tabrakan dapat dimanfaatkan oleh industri dan lembaga pemerintah sebagai sarana untuk meningkatkan keselamatan di jalan raya. Secara umum, hasil-hasil penelitian ini akan sangat bermanfaat guna:

1. Mewujudkan sinergi kerjasama yang berkelanjutan antara perguruan tinggi dan industri dalam menumbuh kembangkan budaya penelitian dan pengembangan teknologi.
2. Mendorong akselerasi pembangunan industri alat yang berhubungan dengan alat pengaman beban tumbukan seperti industri otomotif, sistem pengaman jalan raya (*safety barrier*) dan lain-lain
3. Membantu institusi regulator dalam membuat peraturan keselamatan transportasi.

Selanjutnya, perlu dikembangkan sistem *crash box* kendaraan yang memenuhi standar keamanan, durabilitas, dan keselamatan untuk aplikasi alat transportasi. Oleh karena itu riset pengembangan struktur laik tabrak dibagi dalam tiga tahap, dimana metoda pengembangan menggunakan salah satu atau kombinasi metoda analitik, simulasi numerik, eksperimen, dan studi patok pasar (*benchmarking*). Road map penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Roadmap Pengembangan Struktur Laik Tabrak

Pada tahap pertama dikembangkan software sistem perancangan struktur laik tabrak yang dapat digunakan sebagai panduan untuk merancang struktur depan kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan (kendaraan kecil, kompak, menengah, besar). Pada tahap pertama ini juga dilakukan proses optimasi struktur laik tabrak, karakterisasi material, dan komputasi struktur laik tabrak dengan menggunakan metoda elemen hingga non-linear. Untuk mendukung pelaksanaan pengujian dinamik/uji tabrak terhadap komponen yang sedang dirancang, maka pada tahap pertama ini dilakukan proses *upgrading* alat uji impak/drop silo yang ada di Lab Struktur Ringan ITB sehingga bisa digunakan untuk pengujian struktur laik tabrak yang bisa mencapai kapasitas 140 kN.

Pada tahap kedua, akan dilakukan pembuatan prototipe struktur laik tabrak dan pengujian komponen untuk melakukan karakterisasi kemampuan struktur dalam penyerapan energi tabrak.

Pada tahap ketiga akan dilakukan proses pembuatan *tools & dies* dan validasi terhadap komponen struktur laik tabrak yang memenuhi standar industri.

### 1.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran ( <i>output</i> ) Hasil Riset	(1) Lulusan S3 1 orang, (2) Publikasi pada jurnal internasional, (3) Prototipe struktur laik tabrak
2.	Dampak ( <i>outcome</i> ) Hasil Riset	1. Menghasilkan lulusan S3 yang memiliki kemampuan dalam penguasaan teknologi crashworthiness dalam aplikasinya di bidang keselamatan alat transportasi darat. 2. Meningkatkan jumlah perolehan publikasi internasional ITB. 3. Terjadinya akselerasi pembangunan industri alat transportasi sehingga menghidupkan roda perekonomian dan membuka lapangan kerja di Indonesia.
3.	Presentasi pada <i>international conference</i>	Hasil-hasil penelitian akan disampaikan pada berbagai seminar ilmiah di luar negeri secara berkala (setiap tahun)
4.	Networking nasional dan internasional	Kerjasama dengan lembaga evaluator keselamatan transportasi di dalam negeri dan kawasan regional.

#### 1.4 Tim pembimbing dan kolaborator

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Unit Kerja/ Lembaga	Posisi
1.	Prof. Dr. Ichsan S. Putra	Mekanika Eksperimental, Mekanika Retak, Fatigue	FTMD ITB	Ketua
2.	Dr. Tatacipta Dirgantara	Mekanika Komputasional, Analisa tegangan, mekanika retak	FTMD ITB	Anggota
3.	Dr. Annisa Jusuf	Crashworthiness, impak struktur, Mekanika Komputasional	FTMD ITB	Anggota