



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

**Profesor Tatacipta Dirgantara**

**MENUJU DESAIN STRUKTUR  
YANG LEBIH AMAN:  
MEKANIKA KOMPUTASIONAL UNTUK  
KEMANDIRIAN BANGSA**

19 Agustus 2017  
Aula Barat Institut Teknologi Bandung

**Orasi Ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung**  
19 Agustus 2017

**Profesor Tatacipta Dirgantara**

**MENUJU DESAIN STRUKTUR  
YANG LEBIH AMAN:  
MEKANIKA KOMPUTASIONAL UNTUK  
KEMANDIRIAN BANGSA**



Forum Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: MENUJU DESAIN STRUKTUR YANG LEBIH AMAN:  
MEKANIKA KOMPUTASIONAL UNTUK KEMANDIRIAN BANGSA  
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,  
tanggal 19 Agustus 2017.

**Hak Cipta dilindungi undang-undang.**

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

**UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA**

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis  
Data katalog dalam terbitan

Tatacipta Dirgantara

MENUJU DESAIN STRUKTUR YANG LEBIH AMAN:  
MEKANIKA KOMPUTASIONAL UNTUK KEMANDIRIAN BANGSA  
Disunting oleh Tatacipta Dirgantara

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2017

vi+92 h., 17,5 x 25 cm

**ISBN 978-602-6624-03-1**

1. Struktur Ringan 1. Tatacipta Dirgantara

**KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas rahmat dan izin-Nya, sehingga naskah orasi ilmiah ini dapat diselesaikan. Penghargaan dan rasa hormat serta ucapan terima kasih kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyampaikan orasi ilmiah ini pada Sidang Pleno Terbuka Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung tanggal 19 Agustus 2017.

Orasi berjudul “Menuju Desain Struktur Yang Lebih Aman: Mekanika Komputasional Untuk Kemandirian Bangsa” ini disajikan sebagai salah satu bentuk pertanggungjawaban akademik dan komitmen penulis atas jabatan Guru Besar ITB dalam bidang Mekanika Komputasional, di lingkungan Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung.

Pada bagian awal orasi ini diuraikan sejarah singkat perkembangan teknologi alat transportasi dan kecelakaan akibat kegagalan struktur yang terjadi. Selanjutnya dipaparkan berbagai kontribusi, hasil penelitian dan karya dalam ranah mekanika komputasional, serta aplikasinya pada wahana transportasi, infrastruktur pelabuhan, fasilitas industri minyak, sampai dengan kedokteran dan alat kesehatan, serta rencana pengembangan keilmuan di masa yang akan datang.

Terima kasih atas kesediaan bapak dan ibu untuk membaca naskah ini. Semoga tulisan singkat ini dapat memberi inspirasi dan bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 19 Agustus 2017

**Tatacipta Dirgantara**

## DAFTAR ISI

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| KATA PENGANTAR .....                                                          | iii |
| DAFTAR ISI .....                                                              | v   |
| 1. PENDAHULUAN .....                                                          | 1   |
| 2. MEKANIKA KOMPUTASIONAL .....                                               | 10  |
| 3. METODE ELEMEN BATAS UNTUK MEKANIKA RETAK .....                             | 13  |
| 3.1 Multiple Site Damage Integrated Analysis Software<br>(MSDina) .....       | 21  |
| 3.2 Damage Tolerance Repair Integrated Analysis Software<br>(DTRINA) .....    | 22  |
| 4. METODE ELEMEN HINGGA UNTUK MEKANIKA IMPAK .....                            | 24  |
| 5. BIO-MEKANIKA KOMPUTASIONAL UNTUK KEDOKTERAN<br>GIGI .....                  | 30  |
| 6. BEBERAPA KEGIATAN RISET DAN APLIKASI INDUSTRI.....                         | 32  |
| 6.1. Wing in Surface Craft .....                                              | 32  |
| 6.2. Analisis Umur Sisa Container Crane Terminal Peti Kemas ....              | 35  |
| 6.3. Analisis Kegagalan Kopling Fleksibel Poros Turbin dan<br>Kompresor ..... | 37  |
| 7. BEBERAPA KARYA INOVASI DALAM BIDANG REKAYASA ....                          | 39  |
| 7.1. Klem Pengencang untuk Fikisasi External .....                            | 39  |
| 7.2. Lutut Buatan dengan Harga Terjangkau .....                               | 40  |
| 8. CATATAN PENUTUP .....                                                      | 42  |
| 9. UCAPAN TERIMA KASIH .....                                                  | 44  |
| CURRICULUM VITAE .....                                                        | 57  |

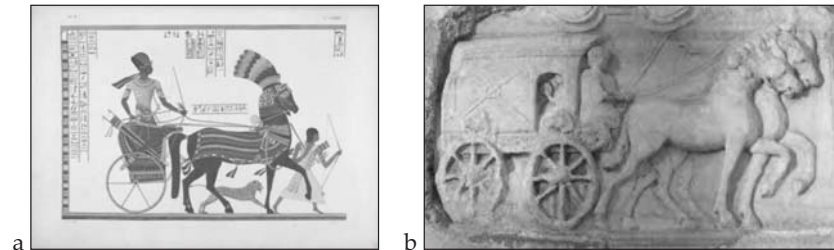
# **MENUJU DESAIN STRUKTUR YANG LEBIH AMAN: MEKANIKA KOMPUTASIONAL UNTUK KEMANDIRIAN BANGSA**

## **1. PENDAHULUAN**

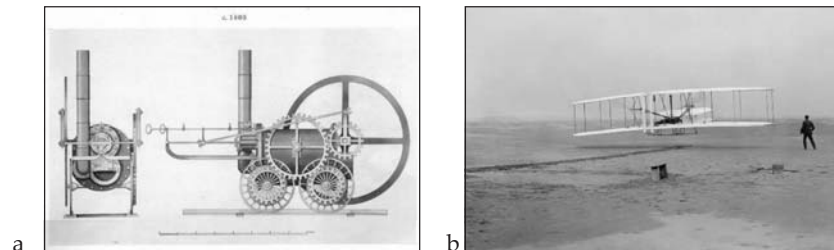
Dalam penelusuran sejarah peradaban manusia, ditemukan berbagai jejak yang menunjukkan upaya manusia untuk dapat dengan mudah bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Sebelum ditemukan alat transportasi, manusia melakukan perjalanan dengan berjalan kaki. Sekitar tahun 4000 SM manusia mulai menggunakan keledai, kuda dan unta sebagai kendaraan, dan lima ratus tahun setelah itu (3500 SM), roda kayu ditemukan pertama kali di Sumeria, Irak. Pada tahun 2000 SM, ditunjang oleh munculnya kemampuan mengolah logam, kendaraan darat dengan dihela kuda mulai digunakan orang [1] dan kerajaan Romawi mulai membangun jejaring jalan raya melintasi benua Eropa [2]. Dari rekaman sejarah yang ditemukan, berupa gambar dan relief, dapat diketahui bentuk kereta perang Mesir kuno dan kereta penumpang Romawi kuno, seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Pada umumnya kendaraan-kendaraan ini terbuat dari kayu dan logam. Selain itu, pada sekitar tahun 3000 SM, kapal layar mulai diciptakan oleh orang Mesir [1].

Perkembangan pesat teknologi wahana transportasi baru terjadi setelah James Watt berhasil membuat mesin uap yang dapat berfungsi dengan baik tahun 1775 diikuti melimpahnya produksi besi dan baja saat awal revolusi industri pertama. Pada masa ini terjadi lonjakan teknologi dan desain wahana transportasi, baik transportasi perseorangan maupun

transportasi masal. Akhirnya pada penghujung abad ke – 19 ditemukan motor bakar torak yang masih digunakan sampai sekarang.



**Gambar 1:** Alat transportasi kuno (a) Mesir kuno<sup>1</sup> dan (b) Romawi kuno<sup>2</sup>



**Gambar 2:** (a) Coalbrookdale lokomotive<sup>3</sup> (b) Wright Flyer 1 di Kitty Hawk<sup>4</sup>

- 1 Joshua J. Mark, Ancient Egyptian Warfare, published on 03 October 2016, / [http://www.ancient.eu/Egyptian\\_Warfare/](http://www.ancient.eu/Egyptian_Warfare/), dikunjungi 1 Juni 2017. Gambar yang merupakan public domain diunduh dari <http://www.ancient.eu/image/5824>
- 2 Oleson, John Peter. The Oxford Handbook of Engineering and the Technology in the Classical World. New York: Oxford University Press, Inc., 2008. Gambar dengan Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 License diunduh dari <https://engineeringrome.wikispaces.com/An+Ancient+Network+-+The+Roads+of+Rome> tanggal 8 Juni 2017
- 3 Engraving from Science Museum, UK, The British Railway Locomotive, H.M.S.O., 1958, Gambar yang merupakan public domain diunduh dari [https://en.wikipedia.org/wiki/Richard\\_Trevithick#/media/File:Coalbrookdale\\_loco.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Richard_Trevithick#/media/File:Coalbrookdale_loco.jpg)
- 4 Gambar yang merupakan public domain ini tersedia di the United States Library of Congress's Prints and Photographs division under the digital ID ppprs.00626, diunduh dari <http://www.loc.gov/pictures/resource/ppprs.00626/> tanggal 9 Juni 2017

Pada akhir abad ke – 18 sampai awal abad ke – 20 banyak wahana transportasi baru ditemukan, seperti kereta api, kendaraan penumpang bermotor, truk, trem, kapal uap dan akhirnya pesawat terbang [1, 3]. Gambar 2 menunjukkan ilustrasi dari “Coalbrookdale locomotive”, salah satu lokomotif uap pertama di dunia yang dapat menarik gerbong, rancangan Richard Trevithick pada tahun 1803 [4] dan “Wright Flyer 1”, pesawat terbang bermesin pertama yang dapat dikontrol rancangan Orville dan Wilbur Wright yang terbang di Kitty Hawk tanggal 17 Desember 1903 [5].

Perkembangan teknologi transportasi pada awal masa revolusi industri itu tidak sepenuhnya berjalan dengan mulus. Pada sekitar pertengahan abad ke – 19 hampir setiap tahun terjadi kecelakaan kereta api akibat kegagalan struktur yang memakan korban jiwa tidak kurang dari 200 korban jiwa pertahun. Pada masa itu, kecelakaan fatal pada umumnya terjadi akibat patahnya poros gandar, rel atau roda, lalu menyebabkan kereta api melaju keluar jalur rel dan kemudian terguling, tabrakan dengan kereta lain atau menabrak jembatan [6].

Salah satu kejadian yang tercatat sebagai salah satu kecelakaan terburuk pada masa itu adalah kecelakaan kereta api Versailles tanggal 8 Mei 1842 [7]. Sebagian besar penumpangnya adalah undangan dan pengunjung acara penghormatan bagi Raja Louis Philippe I di Istana Versailles yang hendak pulang ke Paris. Hari itu rangkaian gerbong lebih panjang dari biasanya, dan akibatnya poros gandar kereta patah saat kereta melewati jalur yang menurun di sekitar Meudon. Lokomotif terguling kemudian terbakar. Korban jiwa yang dilaporkan berkisar antara 46 – 200 orang.

Pada masa itu, para peneliti lalu berusaha mengungkap akar masalah penyebab patahnya poros tersebut, dan menemukan bahwa permukaan patahan pada poros tampak berbeda. Itu adalah retak yang merambat akibat beban yang berulang-ulang. Dari observasi diketahui juga bahwa retak berawal dari daerah tempat adanya perubahan diameter poros atau alur pasak. Hal ini kemudian menjadi dasar bagi perancangan struktur yang mengalami beban berulang bolak-balik (beban lelah/ *fatigue*) agar perubahan geometri dilakukan dengan lebih gradual [8], dan memberi rekomendasi pembatasan umur pakai poros gandar kereta penumpang maksimum 60.000 km [9].

Setelah melakukan penelitian selama belasan tahun, pada tahun 1870 August Wöhler menyatakan bahwa rentang amplitudo tegangan sangat pengaruh terhadap umur lelah material dan memperkenalkan diagram yang dapat memprediksi *endurance limit*, yaitu batas aman perancangan struktur yang mengalami beban lelah. Pada saat itu hampir semua penelitian untuk kasus yang kompleks, seperti poros gandar kereta api, dilakukan secara empiris melalui serangkaian percobaan dan pengujian [6,10].

Pada awal abad ke-20 pesawat udara mulai ditemukan dan teknologi wahana transportasi ini berkembang dengan sangat cepat. Namun demikian, seperti halnya pada kereta api, pada masa perkembangannya juga terjadi beberapa kali kegagalan struktur yang menyebabkan kecelakaan fatal. Dua kasus yang cukup terkenal berkaitan dengan kegagalan struktur pesawat adalah kecelakaan BOAC *de Havilland Comet* tahun 1953–1954 [11–13] dan *Aloha Airlines Boeing 737* tahun 1988 [14].

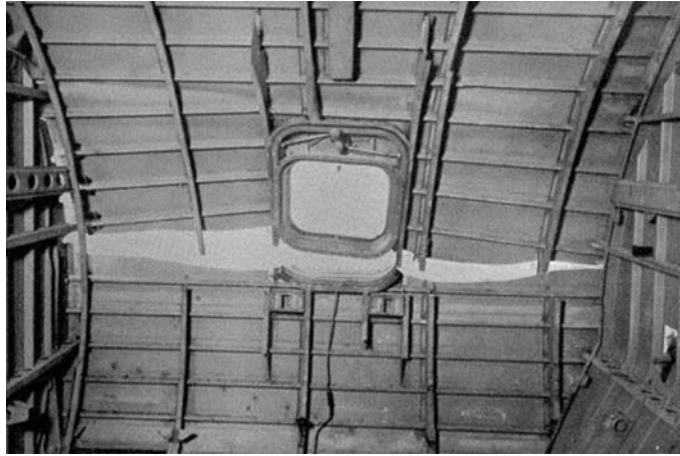


**Gambar 3:** Pesawat BOAC de Havilland Comet 1 G-ALYP yang kemudian jatuh di sekitar pulau Elba, Laut Mediterania<sup>5</sup>

Pesawat Comet adalah pesawat penumpang jet komersial pertama di dunia yang dibuat oleh pabrik de Havilland, Inggris. Pada tahun 1953 – 1954, hanya setahun setelah penerbangan pertamanya, tiga pesawat de Havilland Comet buatan Inggris meledak di udara dan jatuh [12]. Tanggal 2 Mei 1953, Pesawat *British Overseas Airways Corporation (BOAC) de Havilland Comet, G-ALYV Flight 783* jatuh di India. Tujuh bulan kemudian, 10 Januari 1954, pesawat BOAC– *Comet Flight 781* dengan registrasi G-ALYP, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3, dalam perjalanan dari Roma menuju London, meledak di udara pada ketinggian 27000 feet dan jatuh ke laut tengah dekat pulau Elba. Pada 8 April 1954, pesawat *Comet G-ALYY South African Airlines Flight 201*, dicarter melalui BOAC, yang terbang dari Ciampino Airport, Roma menuju Kairo hancur di udara, jatuh dari ketinggian 35000 feet di laut dekat Napoli. Seluruh penumpang dan awak pesawat tidak satupun yang selamat.

<sup>5</sup> Foto digunakan atas seijin the Ed Coates Collection [eddiecoates@msn.com, komunikasi pribadi tanggal 10 Juni 2017]





**Gambar 4:** Hasil presurized test pada G-ALYU yang menunjukkan bahwa kegagalan struktur terjadi di tepi lubang jendela<sup>6</sup>.

Setelah kejadian-kejadian itu seluruh pesawat *Comet* dilarang terbang dan penyelidikan menyeluruh kemudian dilakukan [11]. Pengujian skala penuh dilakukan pada satu pesawat *Comet*, yaitu pesawat dengan registrasi G-ALYU. Pesawat *Comet* G-ALYU sudah mengalami 1,230 *pressurized flights* sebelum pengujian dan setelah tambahan 1,830 siklus tekanan air yang menyerupai tekanan saat terbang, badan pesawat gagal pada daerah sekitar pojok jendela yang berbentuk segi empat, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Konsentrasi tegangan yang terjadi, jauh lebih tinggi dari pada yang diantisipasi. Hal ini menyebabkan kegagalan lelah material sekitar pojok jendela yang akhirnya menyebabkan sobeknya

<sup>6</sup> Ministry of Transport and Civil Aviation, Civil Aircraft Accident, Report of the Court of Inquiry into the Accidents to Comet G-ALYP on 10<sup>th</sup> January, 1954 and Comet G-ALYY on 8<sup>th</sup> April, 1954, London: Her Majesty's Stationery Office, 1955 Gambar diunduh dari <[http://lessonslearned.faa.gov/Comet1/PressureTests\\_pop\\_up.htm](http://lessonslearned.faa.gov/Comet1/PressureTests_pop_up.htm)>

badan pesawat. Peristiwa ini menjadi pelajaran penting dalam perancangan struktur pesawat yang mengalami kegagalan akibat beban lelah.

Pada tanggal 28 April 1988, pesawat Aloha Airlines Boeing 737-200 terbang menuju Honolulu, membawa 90 penumpang dan lima awak pesawat. Cuaca saat itu cerah dan pada saat pesawat sedang berada pada ketinggian jelajah 24000 feet (7300 m). Sekitar 43 km tenggara Kahului, Maui, setengah bagian atas kulit badan pesawat, sepanjang 5,6 m dari belakang kokpit sampai dengan sayap bagian depan, tiba-tiba terkelupas, seperti terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pilot berhasil mendaratkan pesawat dengan utuh, dan seluruh penumpang dan awak pesawat selamat kecuali seorang pramugari yang sedang berdiri terlempar dari pesawat.



**Gambar 5:** Tampak kiri Pesawat Aloha Airlines yang kehilangan setengah bagian atas kulit badan pesawat saat setelah mendarat darurat<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Gambar diunduh dari [https://www.aerotime.aero/upload/article-images/aloha\\_2.jpg](https://www.aerotime.aero/upload/article-images/aloha_2.jpg)





**Gambar 6:** Pesawat Aloha Airlines yang kehilangan setengah bagian atas kulit badan pesawat saat setelah mendarat darurat.

Saat terjadi kecelakaan pesawat ini sudah cukup tua, berusia 19 tahun dan mengalami 89.680 siklus terbang. *US National Transportation Safety Board* (Badan Keselamatan Transportasi Nasional Amerika Serikat) yang menyelidiki kecelakaan ini menyimpulkan bahwa terkelupasnya kulit badan pesawat itu adalah akibat metal fatigue.

*“The failure mechanism was a result of multiple site fatigue cracking of the skin adjacent to rivet holes along the lap joint upper rivet row and tear strap disband which negated the fail-safe characteristics of the fuselage.” [14]*

Kegagalan struktur badan pesawat Aloha ini dimulai dari sambungan paku keling pada pelat kulit badan pesawat. Pada kulit tersebut terdapat

8 Damage Tolerance Assessment Handbook, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, FAA Technical Center, DOT/FAA/CT-93/69.I Gambar diunduh dari [http://ndeshm-lab.ucsd.edu/aerospace/corrosion\\_detection](http://ndeshm-lab.ucsd.edu/aerospace/corrosion_detection)

retak lelah kecil di banyak tempat pada sekitar lubang paku keling baris pertama. Retak tersebut kemudian tiba-tiba saling menyambung, merambat dengan cepat, dan mengakibatkan terkelupasnya kulit badan pesawat.

Peristiwa ini membuka mata para insinyur dan perancang struktur pesawat terbang tentang fenomena *multiple site fatigue damage* pada pesawat terbang tua yang sampai saat itu belum banyak dipahami.

Uraian tentang beberapa kasus di atas telah secara singkat menggambarkan bahwa para insinyur yang menggeluti bidang desain struktur secara terus menerus berusaha meningkatkan pemahamannya terhadap berbagai fenomena kegagalan struktur. Para ahli rekayasa akan berusaha menguasai ilmu dan teknologi yang memungkinkan dilakukannya perhitungan yang lebih tepat untuk menjamin agar struktur tersebut lebih aman dan tidak mengalami kegagalan yang dapat mengakibatkan kecelakaan fatal selama usia pakainya.

Dalam kaitan dengan desain dan integritas struktur, pada kesempatan ini akan disampaikan bagaimana penguasaan ilmu dan teknologi mekanika komputasional, yang selama ini digeluti oleh penulis, dapat berkontribusi untuk meningkatkan keselamatan wahana transportasi udara. Selain itu aplikasi pada wahana transportasi darat, infrastruktur pelabuhan, fasilitas industri minyak dan gas sampai dengan kedokteran dan alat kesehatan juga akan diuraikan untuk menunjukkan bahwa penguasaan bidang ilmu ini dapat diaplikasikan pada berbagai sektor, dapat menunjang kemajuan penguasaan ilmu pengetahuan, dan dapat berkontribusi pada kemandirian serta peningkatan daya saing industri nasional.

Perlu disampaikan juga di sini bahwa bidang mekanika komputasional tidak dapat berdiri sendiri dan menyelesaikan seluruh permasalahan yang ada. Ini hanya merupakan bagian kecil dari khazanah keilmuan dan kompetensi yang dimiliki oleh sivitas akademika ITB. Dengan kerjasama antar disiplin dan sinergi antara berbagai pihak yang berkepentingan, maka bidang mekanika komputasional diharapkan dapat turut berkontribusi bagi kesejahteraan bangsa.

## 2. MEKANIKA KOMPUTASIONAL

Mekanika komputasional adalah cabang disiplin ilmu bidang rekayasa yang berkaitan dengan penggunaan metode komputasi untuk mempelajari berbagai fenomena alam yang terjadi dengan berdasarkan pada prinsip-prinsip mekanika. Ilmu mekanika komputasional muncul sebagai “jalan ketiga”, sebagai pelengkap ilmu mekanika teoretikal dan mekanika eksperimental yang telah lebih dahulu dikenal dan dikembangkan oleh para peneliti. Secara natural cabang ilmu komputasional ini ditopang oleh tiga pilar utama, yaitu ilmu-ilmu mekanika, matematika dan komputer.

Saat mempelajari suatu fenomena mekanika, langkah pertama yang dilakukan adalah menyederhanakan fenomena tersebut sebagai suatu model mekanika, kemudian menyatakannya menjadi model matematika. Pada umumnya, sistem yang dipelajari dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan-persamaan diferensial parsial. Persamaan-persamaan itu kemudian dikonversi sedemikian rupa untuk dapat diproses oleh komputer digital. Dalam tahap ini biasanya dilakukan diskritisasi, saat

model matematika yang kontinyu didekati dengan model diskrit. Biasanya pada tahap ini persamaan diferensial parsial kemudian diterjemahkan menjadi sistem persamaan aljabar linear. Selanjutnya program komputer dibuat untuk menyelesaikan persamaan aljabar linear tersebut. Untuk kasus-kasus yang kompleks, penyelesaian persamaan aljabar linear itu tidak selalu dapat dilakukan sekaligus, oleh karena itu diselesaikan setahap demi setahap melalui proses iterasi.

Secara umum, ada tiga metode numerik yang paling populer digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah mekanika, yaitu metode elemen hingga (*finite element method*), metode beda hingga (*finite difference method*) dan metode elemen batas (*boundary element method*). Metode elemen hingga sangat banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah mekanika solid, mulai dari analisis yang relatif sederhana seperti analisis tegangan elastis linier pada struktur, sampai dengan analisis yang jauh lebih kompleks, seperti analisis struktur yang mengalami impak/ tumbukan dan deformasi plastis. Metode beda hingga banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah mekanika fluida, termodinamika dan elektromagnet. Metode elemen batas tidaklah sepopuler dua metode di atas, akan tetapi untuk beberapa kasus tertentu, seperti korosi, akustik dan perambatan retak, metode elemen batas memiliki keunggulan tersendiri.

Mekanika komputasional baru tumbuh pesat pada paruh kedua abad ke – 20 sejalan dengan berkembangnya teknologi komputer. Dengan semakin pesatnya kemajuan teknologi komputer, yang dicirikan dengan meningkatnya kecepatan proses perhitungan, serta semakin besarnya

kapasitas memori komputer, ilmu mekanika komputasional terus berkembang sehingga dapat digunakan untuk mensimulasikan sistem yang semakin kompleks yang sangat sulit atau bahkan tidak mungkin diselesaikan dengan menggunakan pendekatan analitik. Saat ini bahkan kasus-kasus yang sangat kompleks sudah mulai dapat diselesaikan dengan menggunakan komputer super atau komputer paralel. Selain itu, dengan ditunjang oleh berkembangnya komputer grafik, maka visualisasi dari fenomena-fenomena fisik tersebut sudah dapat dilakukan.

Aplikasi mekanika komputasional sangat luas dan telah digunakan oleh berbagai industri – termasuk industri proses dan industri manufaktur. Dalam kaitannya dengan rancang bangun suatu struktur mekanik, saat ini sudah banyak sekali kegiatan desain dan analisis yang telah dapat dilakukan secara digital. Kemampuan metode analisis numerik dan teknologi komputer saat ini telah memungkinkan dilakukannya analisis yang sangat kompleks, melibatkan komponen yang banyak, material yang beragam dan geometri yang rumit, bahkan interaksi antara fluida dan struktur solid juga mulai dapat dilakukan. Dengan menggunakan metode komputasional ini, waktu dan biaya yang diperlukan untuk perancangan dan analisis suatu struktur dapat dipangkas secara signifikan. Dapat dilihat bahwa pemahaman, penguasaan dan penerapan bidang ini sangat berpotensi untuk mendukung perkembangan industri nasional untuk mencapai kemandirian teknologi dan pengembangan produk.

Bidang mekanika komputasional mulai digeluti sejak penulis menyelesaikan Tugas Akhir pada pendidikan Sarjana, melalui beberapa

kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat dan interaksi dengan industri, antara lain PT IPTN, PJKa dan Pertamina. Selanjutnya, saat melakukan penelitian program Magister di bawah bimbingan Prof. Sulaeman Kamil, Prof. Ichsan Setya Putra dan Prof. Satrio Soemantri Brodjonegoro [15] dan Doktor dibawah bimbingan Prof. M. H. Aliabadi [16] dikembangkan metode komputasional untuk dapat memprediksi fenomena perambatan retak jamak (*multiple site damage*) pada suatu struktur, yang sejak terjadinya kecelakaan Aloha Airlines menjadi suatu yang wajib dilakukan dalam analisis integritas struktur pesawat terbang.

Pada bagian-bagian berikutnya akan diuraikan secara singkat keterlibatan dan kontribusi penulis dalam pengembangan ilmu dan teknologi yang berkaitan dengan mekanika komputasional, baik itu riset dasar sampai dengan beberapa contoh aplikasi industri dan karya rekayasa.

### 3. METODE ELEMEN BATAS UNTUK MEKANIKA RETAK

Banyak hal yang harus diperhatikan dalam tahap desain struktur pesawat terbang. Selama pesawat berada di udara, seluruh komponen struktur pesawat harus mampu menanggung beban akibat gaya angkat dan gaya hambat udara, gaya dorong mesin pesawat, gaya berat penumpang dan kargo, gaya-gaya inersia akibat manuver, beban akibat perbedaan tekanan udara, dan gaya-gaya yang terjadi saat pesawat mendarat. Struktur pesawat harus mampu mengatasi cuaca yang sangat ekstrim, seperti badai dan sambaran petir, juga harus beroperasi di daerah yang korosif. Struktur pesawat dirancang untuk mampu dioperasikan

selama 15 – 20 tahun dengan perawatan seminimum mungkin dan struktur pesawat harus cukup ringan agar kompetitif secara ekonomi.

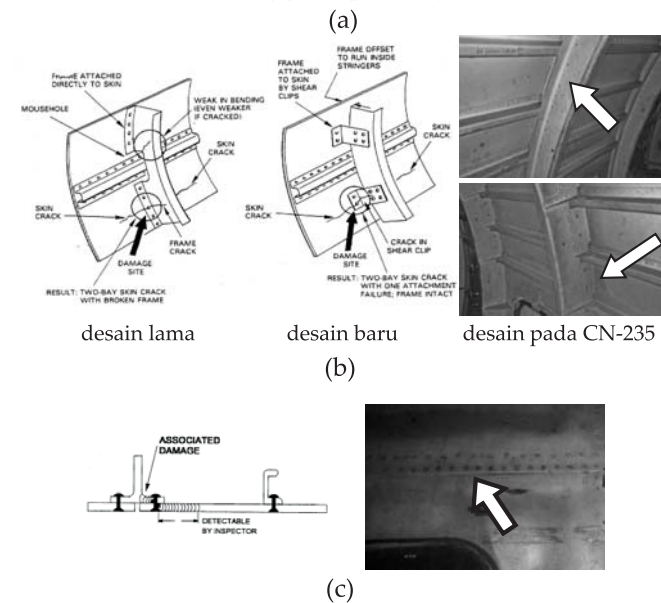
Pada sisi lain, cacat dapat muncul pada seluruh struktur, baik itu cacat material, cacat akibat proses manufaktur, maupun kerusakan saat operasi. Cacat berupa retak awal yang asalnya berukuran sangat kecil akan tumbuh akibat beban yang bekerja, korosi tegangan atau mulur. Retak yang tumbuh tersebut akan mengurangi kekuatan struktur, dan saat struktur sudah tidak mampu lagi menanggung beban yang terjadi, maka terjadilah kegagalan struktur.

Pada pesawat terbang, dikenal tiga filosofi desain, yaitu *safe-life*, *fail safe* dan *damage tolerance*. Pada konsep *safe-life*, struktur harus bebas retak sepanjang umur operasinya. Filosofi kedua, *fail-safe*, didasarkan pada konsep bahwa kegagalan satu elemen struktur utama tidak boleh menyebabkan kecelakaan fatal selama penerbangan. Sejalan dengan perkembangan teknologi, sekitar dekade 1970-an konsep tenggang cacat (*damage tolerance*) mulai dikembangkan. Struktur dikatakan tenggang cacat jika integritas struktur dapat tetap terjaga saat terjadi retak, sehingga tidak terjadi kecelakaan fatal, sampai strukturnya diperbaiki atau diganti, atau umur operasi ekonomisnya sudah terlampaui. [17, 18]. Contoh komponen yang didesain menggunakan konsep *safe-life*, *fail safe* dan *damage tolerance* ditunjukkan pada Gambar 7.

Untuk menjamin agar struktur dapat memenuhi persyaratan tenggang cacat, maka dampak dari ukuran retak terhadap kekuatan sisa struktur perlu diketahui untuk mengevaluasi panjang retak maksimum yang diijinkan, serta laju pertumbuhan retak sebagai fungsi waktu atau



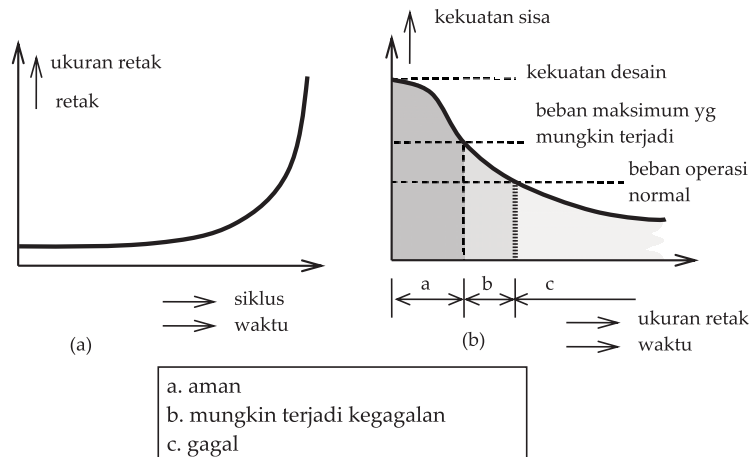
landing gear Piper Navajo B



**Gambar 7:** (a) landing gear yang dirancang menggunakan konsep *safe-life*<sup>9</sup>, (b) contoh desain sambungan kulit dan rangka badan pesawat dengan konsep *fail safe* [18] dan (c) sambungan paku keling kulit sayap pesawat yang didesain dengan konsep *damage tolerance* [18]

<sup>9</sup> By YSSYguy at English Wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=48246715>

jumlah siklus beban, untuk mengetahui umur pertumbuhan retak yang aman, yaitu waktu yang diperlukan saat retak mulai dapat terdeteksi sampai retak itu mencapai ukuran kritisnya, sebagaimana digambarkan pada Gambar 8.

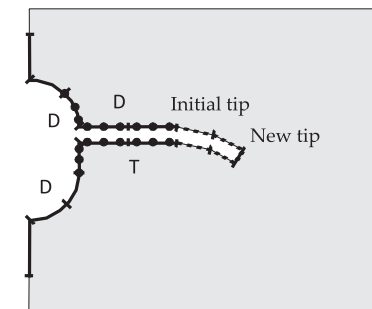


**Gambar 8:** Grafik laju perambatan retak dan kekuatan sisa

Untuk dapat mengevaluasi panjang retak maksimum yang diijinkan serta laju pertumbuhan retak, diperlukan suatu alat hitung berupa persamaan teoritis atau metode numerik, karena – meskipun dapat dilakukan – metode eksperimen akan memakan biaya yang sangat mahal. Untuk kasus dengan geometri dan beban sederhana, persamaan teoritis masih tersedia, namun untuk dapat mengevaluasi komponen-komponen pesawat terbang, tidak dapat tidak maka metode numerik harus digunakan.

Sejak awal 1990-an, Metode elemen batas telah dikembangkan untuk

dapat menganalisis pertumbuhan retak. Teknik yang paling populer untuk analisis struktur yang mengalami retak adalah *Dual Boundary Element Method* (DBEM) yang dikembangkan oleh M.H. Aliabadi dan D.P. Rooke [19, 20]. Seperti ditunjukkan secara skematis pada Gambar 9, metode numerik ini memiliki karakter dasar yang sangat cocok untuk digunakan pada kasus perambatan retak, yaitu bahwa pada metode ini hanya dilakukan diskritisasi pada batas, sehingga proses pertumbuhan retak dapat dilakukan hanya dengan menambah elemen-elemen baru pada ujung retak sesuai arah pertumbuhan retak.



D – Displacement equation T – Traction equation

**Gambar 9:** Konsep pemodelan retak menggunakan *dual boundary element method*.

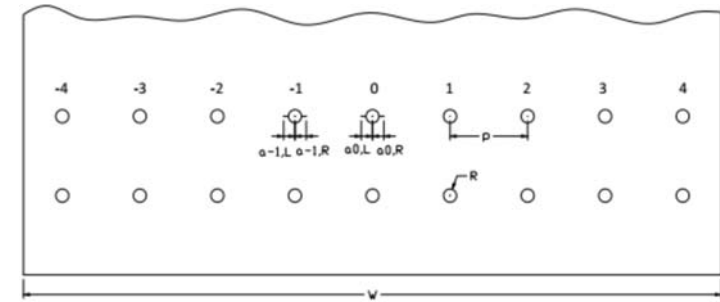
DBEM telah diterapkan untuk kasus dua dimensi, tiga dimensi, termoelastik, retak pada beton, material komposit, elastoplastisitas, panel kulit berpenguat, dan mekanika retak dinamik.

Sejak akhir tahun 1995, penulis memulai studi doktoral di bawah bimbingan Prof. M.H. Aliabadi, dan delapan tahun berikutnya – selama mengikuti program doktor atas beasiswa Pemerintah Indonesia melalui

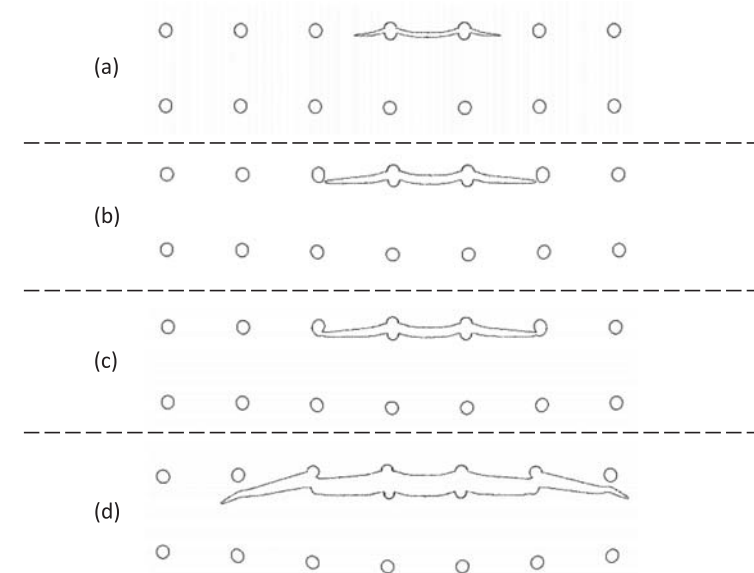
PT IPTN dan post-doctoral research melalui program ADMIRE (*Advanced Design Concepts and Maintenance by Integrated Risk Evaluation for Aerostructures*) – yang dilaksanakan oleh suatu konsorsium perguruan tinggi Eropa dan industri pesawat terbang yang dibiayai Uni Eropa – turut berkontribusi dalam pengembangan formulasi metode elemen batas untuk pelat dan cangkang [21], formulasi *dual boundary element method* untuk kasus retak pada pelat dan cangkang [22 – 23], aplikasi *dual boundary element method* untuk analisis perambatan retak pada pelat dan cangkang [24 – 26], *multi domain boundary element method* [27], sampai dengan pengembangan metode elemen batas pelat dan cangkang untuk geometri dan material non linear [28 – 32]. Selain dipublikasikan dalam jurnal internasional sebagaimana disebutkan di atas, hasil penelitian ini juga diterbitkan sebagai sebuah bab pada buku [33] dan buku monograf [34].

Dari rangkaian penelitian ini, telah berhasil dikembangkan suatu formulasi dan program komputer yang mampu melakukan perhitungan harga faktor intensitas tegangan, dan melakukan analisis laju dan arah perambatan retak pada struktur pelat atau cangkang dengan kombinasi beban aksial, beban lentur dan tekanan terdistribusi. Interaksi antar retak juga telah diperhitungkan sehingga kasus-kasus *multiple site damage* sudah dapat dianalisis.

Hasil penelitian dan pengetahuan yang diperoleh selama di Inggris kemudian dilanjutkan dan diaplikasikan di Indonesia. Saat ini analisis perambatan retak telah berhasil dilakukan secara otomatis sampai setelah retak-retak kecil bergabung menjadi satu retak yang panjang [35] seperti ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



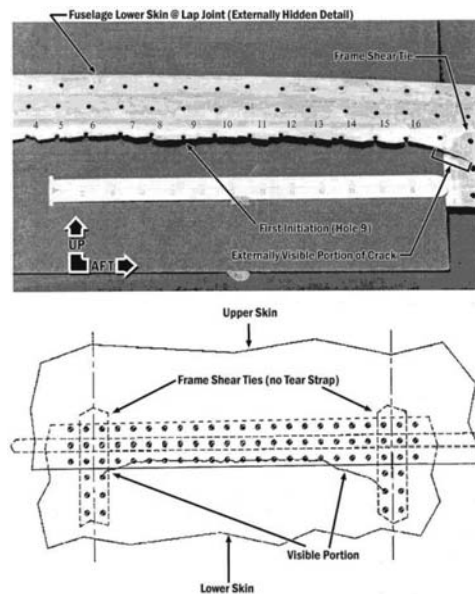
**Gambar 10:** Geometri pelat dengan dua baris lubang paku keling, dengan retak awal terdapat pada lubang (-1) dan lubang (0) [35]



**Gambar 11:** Hasil simulasi pertumbuhan retak pada sambungan paku keling menggunakan dual boundary element method (a) dua retak bersebelahan bersatu, (b) retak mendekati lubang (c) retak bersatu dengan lubang, dan retak awal lanjutan dimulai pada sisi seberang tepi lubang, (d) pertumbuhan retak diteruskan sampai simulasi berakhir[35]



Hasil simulasi yang diperoleh menyerupai perambatan retak sebenarnya seperti yang terjadi pada Delta Airlines 727 saat pesawat dalam perawatan di bulan Desember 1998 seperti terlihat pada Gambar 12 [36]. Pada pesawat itu ditemukan retak sepanjang 0,508 m yang telah menjalar dari satu frame ke frame berikutnya. Pola perambatan retak yang menyerupai gigi gergaji dengan jelas mengindikasikan bahwa retak terjadi sebagai akibat tersambunganya retak-retak kecil yang merambat dari masing-masing lubang paku keling. Pesawat telah mengalami 55,439 flight cycles. *The design service goal* (DSG) untuk model pesawat 727 adalah 60,000 flight cycles. Saat retak ditemukan belum ada kewajiban program inspeksi untuk dapat mendeteksi jenis retak semacam ini.



**Gambar 12:** Retak pada lap joint Delta Airlines Boeing 727, yang ditemukan saat perawatan bulan Desember 1998 [36]

Sejak beberapa tahun terakhir, bekerjasama dengan KK Statistika FMIPA - ITB, faktor probabilistik juga mulai diperhitungkan ke dalam analisis kelelahan material dan perambatan retak kasus *multiple site damage*.

### 3.1 Multiple Site Damage Integrated Analysis Software (MSDina)

Sejak tahun 2014, dikembangkan suatu sistem terintegrasi analisis tenggang cacat pada kasus *multiple site damage*, yang banyak diperlukan oleh industri manufaktur pesawat dan industri perawatan pesawat yang menangani pesawat-pesawat terbang tua. Anggota tim yang mengembangkan sistem ini berasal dari KK Struktur Ringan FTMD – ITB, PT Dirgantara Indonesia, serta Pusat Penelitian dan Pengembangan Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan.

Sistem perangkat lunak yang dikembangkan untuk keperluan industri ini telah mengintegrasikan seluruh parameter yang diperlukan untuk melakukan analisis tenggang cacat, mulai dari pembuatan beban pesawat per siklus, basis data kekuatan dan laju perambatan retak material, serta *dual boundary element method* untuk perhitungan faktor intensitas tegangan. Semuanya dikemas sebagai *black box* sehingga pengguna piranti lunak ini cukup memasukkan parameter-parameter desain dasar dan sistem ini akan memproses sekaligus mengeluarkan hasil-hasil perhitungan, berupa kurva perambatan retak dan kurva kekuatan sisa, dalam format yang dapat langsung digunakan oleh industri untuk pembuatan dokumen teknis yang diperlukan untuk sertifikasi laik terbang [37]. Grafik antar muka piranti lunak MSDina dapat dilihat pada Gambar 13.





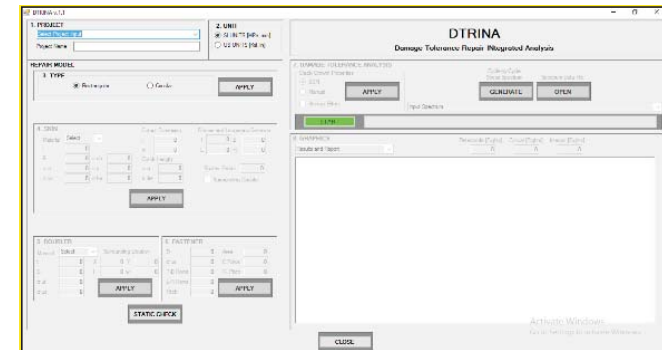
Gambar 13: Grafik antar muka Pengguna – Piranti lunak MSDina [37]

### 3.2 Damage Tolerance Repair Integrated Analysis Software (DTRINA)

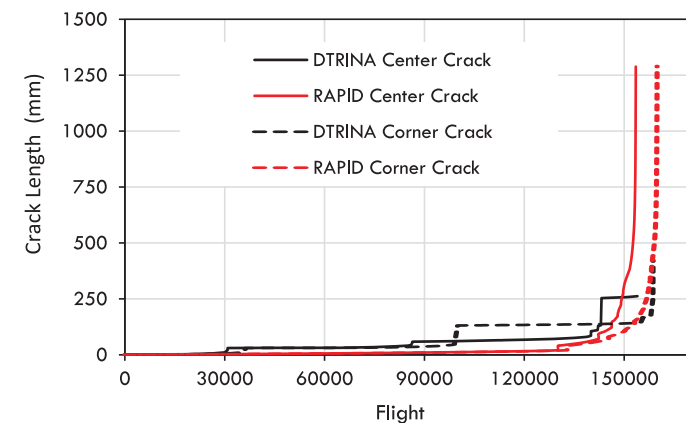
Selain untuk kasus *multiple site damage*, yang banyak diperlukan oleh perusahaan perawatan pesawat adalah perangkat lunak yang dapat melakukan analisis untuk penambalan badan pesawat. Pada kasus kerusakan struktur dimana tidak ada petunjuk perbaikan strukturnya, harus dilakukan analisis tenggang cacat untuk penambalan tersebut. Dokumen ini harus disetujui oleh otoritas agar pesawat dapat kembali laik terbang. Biasanya pemilik pesawat meminta perusahaan pembuat pesawat untuk melakukan desain dan analisis tambalan. Jika kemampuan melakukan analisis dan desain ini dapat dikuasai oleh Indonesia maka akan sangat banyak penghematan yang dapat dilakukan.

Sejak tahun 2015 tim yang sama (KK Struktur Ringan FTMD – ITB, PT Dirgantara Indonesia, Puslitbanghub udara – Kemenhub) kemudian mengembangkan sistem terintegrasi untuk analisis tenggang cacat pada

kasus penambalan struktur [38], yang tampilan antar mukanya dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14: Grafik antar muka Pengguna – Piranti lunak DTRINA dan perbandingan hasil analisis DTRINA vs RAPID [38]

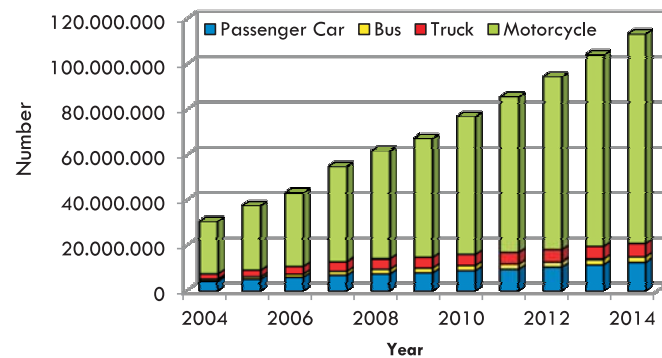


Gambar 15: Perbandingan hasil analisis DTRINA vs RAPID [38]

Tidak banyak kelompok yang berhasil mengembangkan sistem seperti ini di dunia. Piranti lunak yang dikembangkan ini telah dibandingkan dengan piranti sejenis buatan USA [39] dengan hasil yang memuaskan, bahkan dapat dikatakan lebih unggul dari pesaingnya, seperti dapat dilihat pada Gambar 15. Keunggulan DTRINA adalah perhitungan faktor intensitas tegangan yang lebih akurat, interaksi antar retak saat analisis pertumbuhan retak telah diperhitungkan, dan ukuran serta lokasi cacat awal diberikan sebagai input acak.

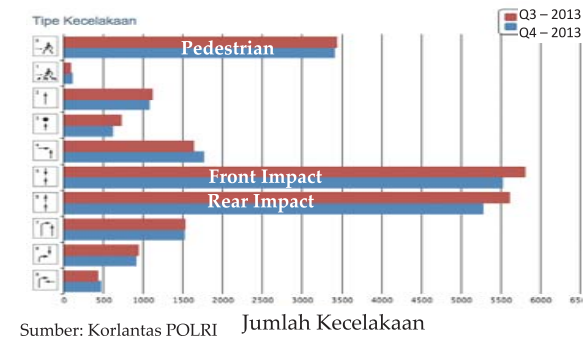
#### 4. METODE ELEMEN HINGGA UNTUK MEKANIKA IMPAK

Sejalan dengan pertumbuhan ekonomi, jumlah kendaraan jalan raya di Indonesia semakin banyak, seperti dapat dilihat pada Gambar 16. Salah satu konsekuensi yang dihadapi adalah semakin tingginya jumlah kecelakaan lalu lintas. Data kecelakaan di Indonesia yang dapat diperoleh [40] menunjukkan bahwa lebih dari lima puluh persen kecelakaan yang terjadi adalah *frontal impact*, seperti ditunjukkan pada Gambar 17.

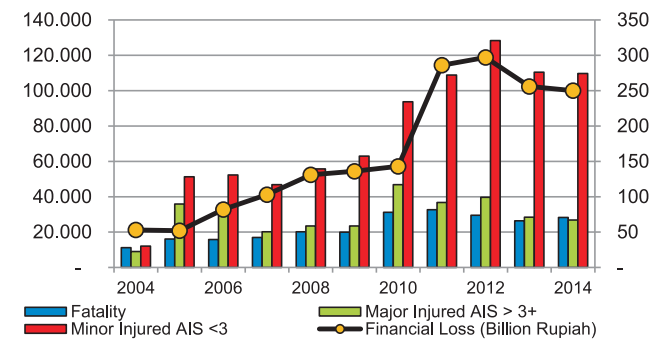


Gambar 16: Jumlah kendaraan jalan raya di Indonesia [40]

Agar tidak berakibat fatal bagi penumpang saat terjadi tabrakan, juga merespon kesadaran pengguna kendaraan tentang keselamatan transportasi, maka struktur kendaraan didesain sedemikian rupa sehingga rangka dan body bagian depan kendaraan akan melipat dan berdeformasi plastis untuk menyerap energi tabrakan, sementara kabin penumpang sebisa mungkin tetap utuh. Perlambatan yang terjadi saat tabrakan juga harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak menyebabkan cedera yang dapat berakibat fatal, terutama pada kepala.

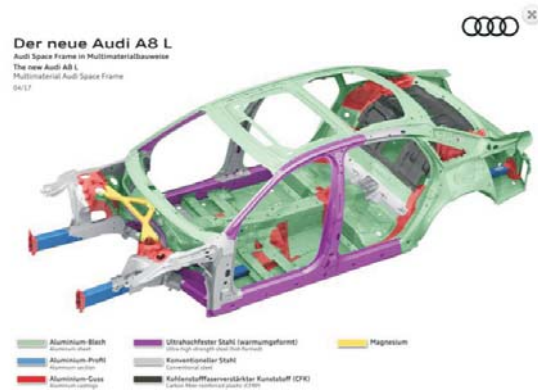


Sumber: Korlantas POLRI Jumlah Kecelakaan



Gambar 17: Data kecelakaan Indonesia tahun 2013 dan jumlah korban kecelakaan serta kerugian material [40]

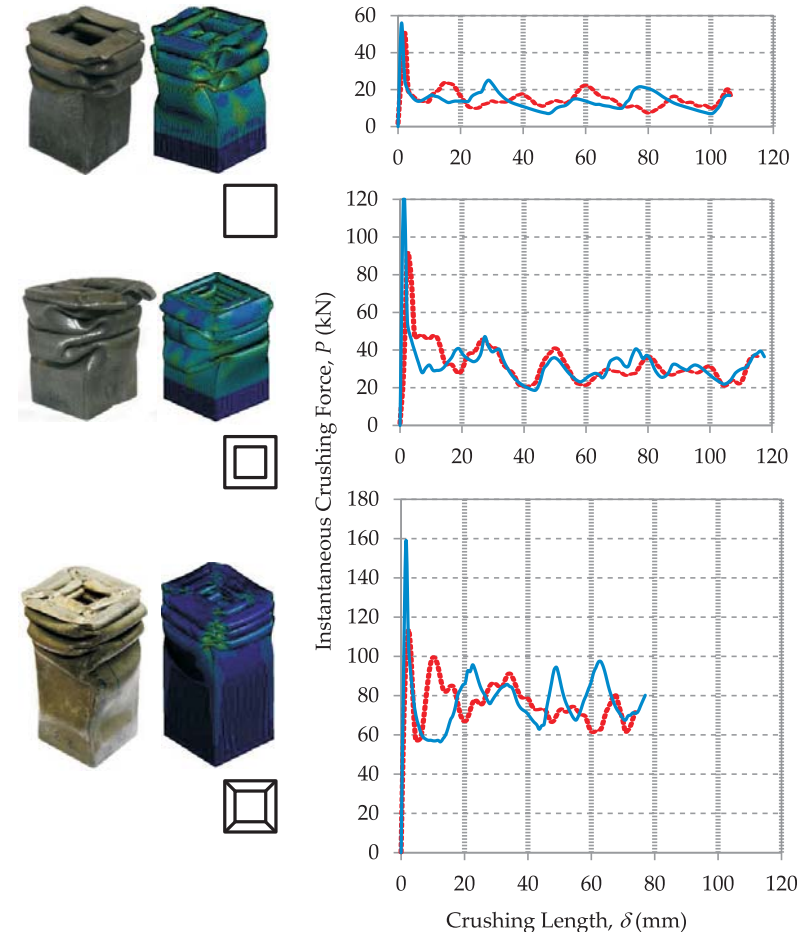
Dengan konsep ini maka pada rangka kendaraan terdapat komponen yang berfungsi sebagai penyerap energi tabrakan, yang biasa disebut sebagai *crash box*. Struktur *crash box* harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menyerap energi tabrakan dengan proses deformasi, tingkat gaya dan percepatan yang terkontrol. Strukturnya juga perlu dibuat seringan mungkin. Gambar 18 menunjukkan konsep rangka mobil Audi A8 terbaru yang menggunakan *crash box* pada strukturnya.



**Gambar 18:** Konsep rangka badan mobil Audi A8 terkini. Struktur berwarna biru adalah *crash box*<sup>10</sup>

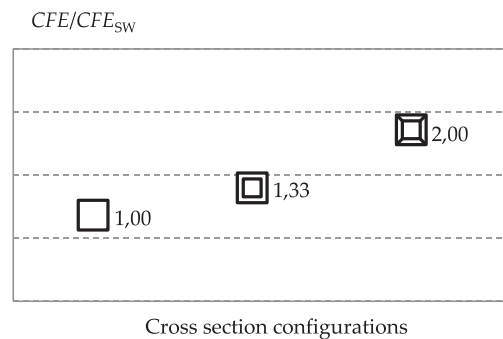
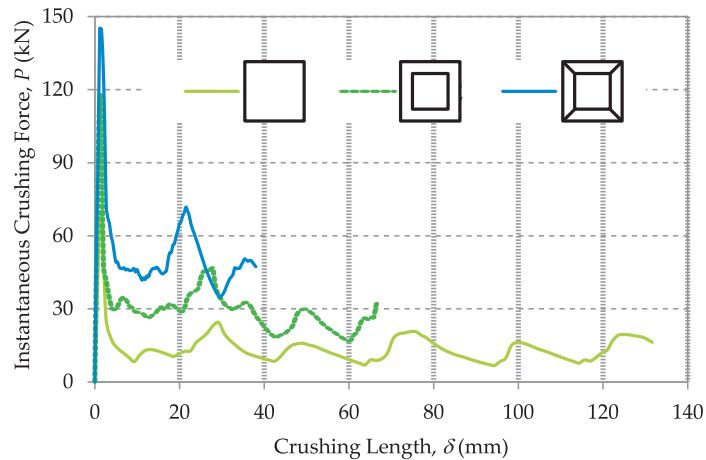
Sejak tahun 2007 kegiatan penelitian tentang mekanika impact dan laik tabrak (*crashworthiness*) mulai dilakukan oleh penulis bersama tim di KK Struktur Ringan FTMD ITB. Kegiatan-kegiatan riset dasar dilakukan untuk memahami mekanisme penyerapan energi impact melalui proses melipatnya struktur *crash box*, dan cara membuat model numerik yang

<sup>10</sup> Gambar diunduh dari <https://www.audi-mediacycenter.com/en/photos/album/techday-body-structure-847> tanggal 20 Juni 2017



**Gambar 19:** Perbandingan hasil simulasi numerik dengan eksperimen untuk beberapa jenis penampang *crash box* [46, 48]

mampu mensimulasikan kasus impact dengan benar. Selain itu juga secara parallel mesin uji impact mulai dirancang dan dibangun, serta serangkaian eksperimen dilakukan [41 – 43]. Dalam kegiatan penelitian ini, dilakukan

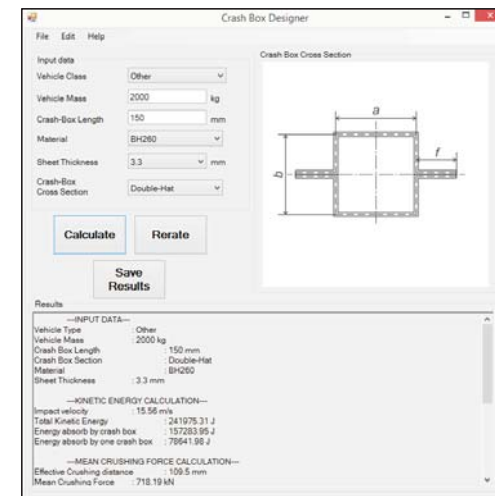


**Gambar 20:** Perbandingan gaya impact yang diserap dan efisiensi struktur dalam menyerap energi impact untuk beberapa jenis penampang crash box [46, 48]

kerjasama dengan Laboratorium *Computational Solid Mechanics and Design* KAIST – Korea, sehingga beberapa mahasiswa ITB dapat melakukan eksperimen di KAIST. Kerjasama tersebut telah memberikan pengalaman yang sangat berharga tentang karakterisasi material pada laju regangan tinggi. Disadari bahwa untuk dapat membuat model numerik yang baik,

maka data karakter material yang benar untuk masukan pada program komputer juga sangat diperlukan.

Kegiatan penelitian dalam bidang mekanika impact ini memberikan hasil-hasil yang cukup menggembirakan. Berbagai bentuk penampang *crash box* diteliti, juga dilakukan kajian terhadap berbagai parameter yang berpengaruh signifikan terhadap karakteristik penyerapan energi komponen *crash box* [44 – 48]. Pada Gambar 19 – Gambar 20 dapat dilihat contoh hasil simulasi numerik beberapa bentuk *crash box*, serta perbandingan besarnya gaya impact yang dapat diserap, serta perbandingan efisiensi beberapa struktur *crash box*.



**Gambar 21:** Tampilan antar muka piranti lunak perancangan *crash box* [49]

Sebagai akumulasi dari pengetahuan yang diperoleh tentang berbagai karakter penyerapan energi pada *crash box*, tahun 2016 sebuah piranti

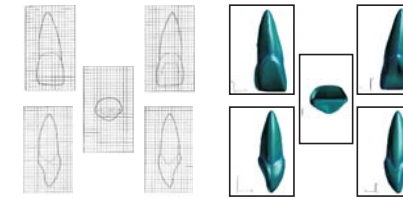
lunak untuk mendesain *crash box* telah dibuat. Dengan menggunakan piranti lunak ini, maka geometri *crash box* yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan cepat [49]. Gambar 21 menunjukkan tampilan antar muka pengguna untuk perancangan *crash box*.

Dengan kompetensi yang dimiliki, kegiatan penelitian tentang mekanika impak mulai dikenal di dunia, dan juga industri. Tahun 2017 dua mahasiswa doktoral dari India datang ke ITB untuk melakukan pengujian impak menggunakan alat uji yang telah dikembangkan di ITB.

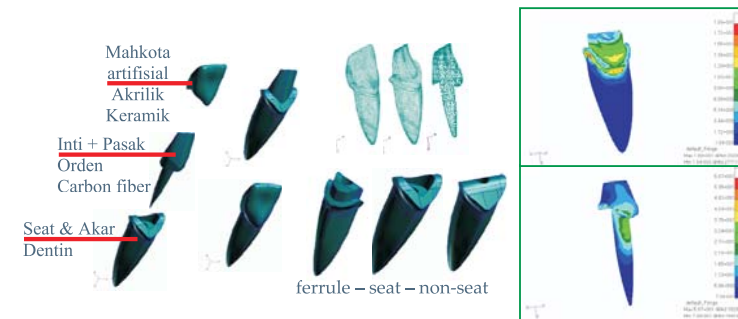
## 5. BIO-MEKANIKA KOMPUTASIONAL UNTUK KEDOKTERAN GIGI

Dengan semakin berkembangnya pemahaman masyarakat tentang kesehatan gigi dan mulut, maka permintaan pasien untuk mencabut giginya jika ada masalah gigi telah jauh berkurang. Pasien kini tetap ingin mempertahankan giginya bahkan saat mahkota giginya telah rusak. Untuk itu biasanya dilakukan restorasi gigi. Jika gigi sudah tidak dapat dipertahankan lagi, dibuat gigi tiruan sebagian lepasan fleksibel, atau dilakukan pemasangan implan gigi.

Untuk memperoleh informasi yang akurat tentang desain-desain preparasi pasak, gigi tiruan dan implan gigi tersebut, tahun 2008 drg. Gantini Subrata, MKes (alm) dari FKG UNPAD menghubungi FTMD – ITB untuk mencari mitra riset. Penelitian tentang desain preparasi kanal akar dan pemasangan pasak untuk restorasi gigi kemudian dilakukan [50].



**Gambar 22:** Rekonstruksi geometri gigi secara manual [50]



**Gambar 23:** Restorasi mahkota gigi; Model MEH; Desain preparasi pasak dan hasil analisis elemen hingga [50]

Tantangan yang muncul dalam membuat model elemen hingga dari gigi adalah bentuknya yang sangat kompleks dan tidak beraturan. Pada awal penelitian ini diperlukan waktu sekitar lima bulan hanya untuk merekonstruksi ulang geometri sebuah gigi menjadi model solid di komputer secara manual, seperti dapat dilihat hasilnya pada Gambar 22 – Gambar 23. Meskipun cukup sulit pada awalnya, hasil penelitian ini cukup baik [50 – 51] dan membuka cakrawala baru aplikasi metode elemen hingga. Kerjasama kemudian berlanjut untuk berbagai kasus lainnya, dengan kolega-kolega dari FKG UNPAD yang lain, seperti implan gigi dan protesa, abfraksi dan *bruxism*.



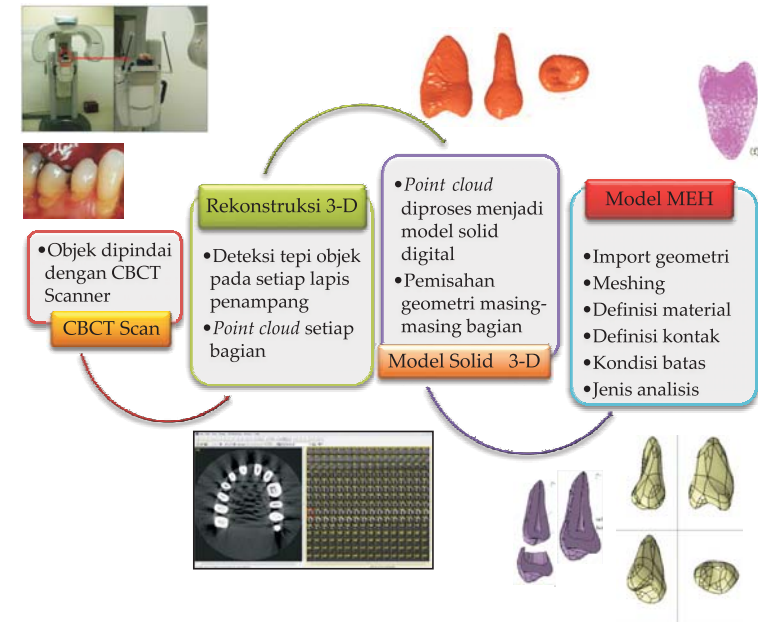
Untuk mempercepat proses rekonstruksi geometri gigi, tulang rahang dan implant gigi yang kompleks, kemudian digunakan data irisan penampang dari CT-Scan. Pada setiap irisan penampang, tepi objek setiap irisan diidentifikasi, lalu ditumpuk berurutan, digabung dan selanjutnya diproses menjadi awan titik dan permukaan. Setelah memperoleh data permukaan, proses berikutnya dilakukan menggunakan piranti lunak untuk pemodelan solid, sampai diperoleh model solid digital untuk geometri gigi, tulang rahang dan implant gigi yang diinginkan. Model solid digital tersebut kemudian akhirnya diproses lagi menggunakan piranti lunak untuk analisis metode elemen hingga, sampai akhirnya dapat dilakukan analisis numerik pada berbagai kasus yang ada di Fakultas Kedokteran Gigi. Dengan cara ini, waktu yang diperlukan untuk melakukan rekonstruksi geometri dapat dipangkas menjadi hanya beberapa hari saja. Gambar 24 menunjukkan skema proses analisis mulai dari CT-Scan sampai analisis elemen hingga.

Dengan dikuasainya kemampuan melakukan rekonstruksi geometri dari data CT-Scan, maka analisis kasus-kasus yang lebih kompleks kini dapat dilakukan. Pada Gambar 25 – Gambar 27 diperlihatkan beberapa hasil analisis numerik untuk kasus implan gigi, gigi tiruan lepasan fleksibel dan abfraksi gigi yang telah diteliti.

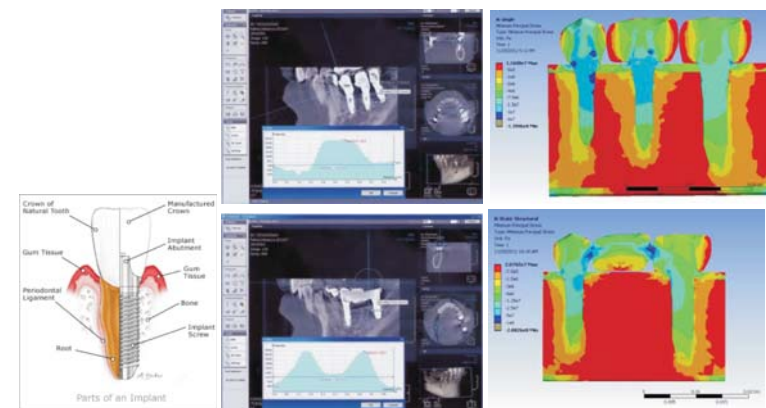
## 6. BEBERAPA KEGIATAN RISET DAN APLIKASI INDUSTRI

### 6.1. Wing in Surface Craft

Pada tahun 2005 – 2009, ITB dan BPPT bekerjasama mengembangkan pesawat *Wing in Surface Craft* (WiSE), sebuah pesawat yang terbang

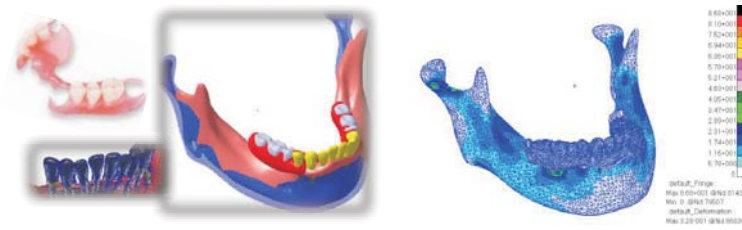


Gambar 24: Proses rekonstruksi geometri menggunakan data CT-Scan [52]

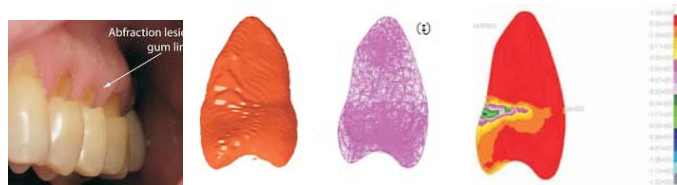


Gambar 25: Perbandingan proses pemasangan implan gigi untuk pasien yang kehilangan tiga gigi raham [53]





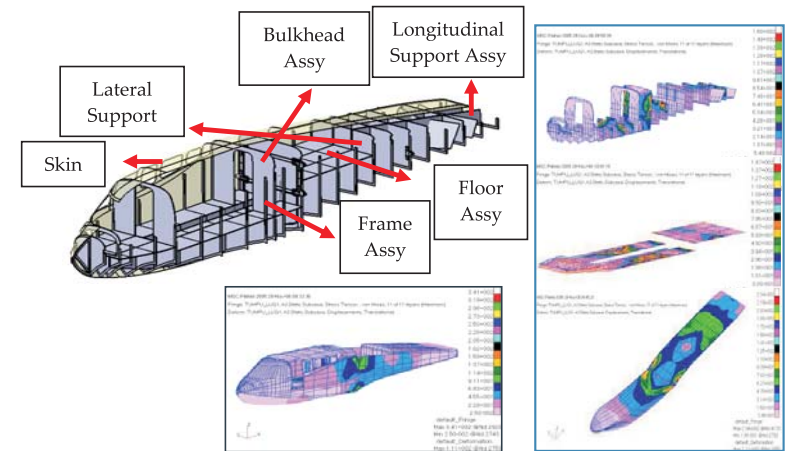
**Gambar 26:** Analisis numerik gigi tiruan lepasan fleksibel [54]



**Gambar 27:** Analisis tegangan pada gigi akibat gaya kunyah untuk mempelajari proses abraksi gigi [52]

rendah di atas permukaan daratan / lautan [55]. Penulis terlibat sebagai penanggung jawab analisis struktur pesawat tersebut. Pada kasus ini struktur pesawat didesain menggunakan *glass fiber sandwich composite panel*. Gambar 28 menunjukkan hasil analisis tegangan pada struktur fuselage WiSE.

Kegiatan ini adalah pengalaman pekerjaan besar skala industri pertama setelah kembali ke Indonesia. Bersama seluruh anggota tim yang sebagian besar adalah mahasiswa magister, seluruh bagian pesawat dianalisis menggunakan metode elemen hingga, mulai dari badan, sayap, ekor dan detail-detail sambungan yang kritis.

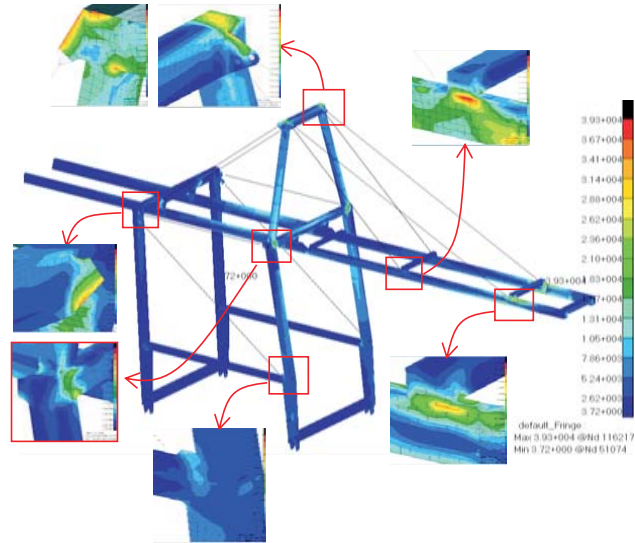


**Gambar 28:** Struktur fuselage WiSE dan distribusi tegangan hasil analisis MEH [55]

## 6.2. Analisis Umur Sisa Container Crane Terminal Peti Kemas

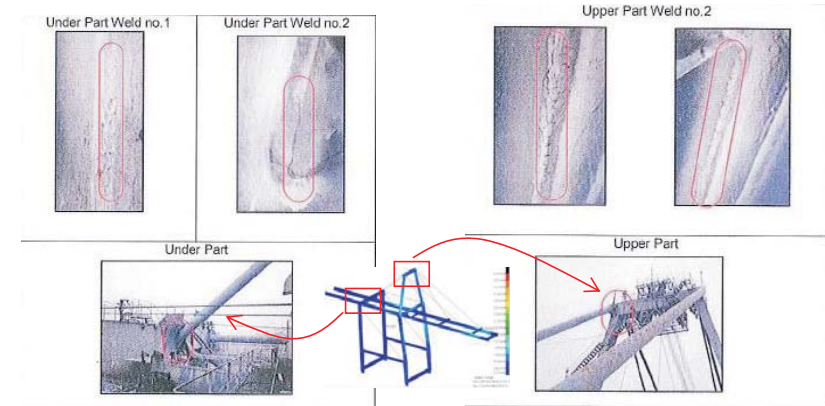
Pada tahun 2012 sebuah perusahaan survey diminta untuk melakukan pengkajian teknis terhadap peralatan bongkar muat sebuah terminal peti kemas di Indonesia [56]. Perusahaan ini kemudian meminta penulis untuk membantu melakukan analisis umur sisa bagi 6 buah RMQC (*Rail Mounted Quay Crane*) dan 20 buah RTGC (*Rubber Tyred Gantry Crane*). Sebelumnya analisis semacam ini selalu dilakukan oleh perusahaan luar negeri.

Model numerik dari peralatan tersebut berhasil dibuat, analisis dilakukan, daerah-daerah kritis terhadap beban lelah ditemukan dan akhirnya rekomendasi inspeksi diberikan untuk daerah-daerah yang dicurigai, seperti dapat dilihat pada Gambar 29. Akhirnya juga umur sisa peralatan bongkar muat tersebut dapat diperkirakan.



**Gambar 29:** Distribusi tegangan hasil analisis elemen hinggapada struktur *Rail Mounted Quay Crane* [56]

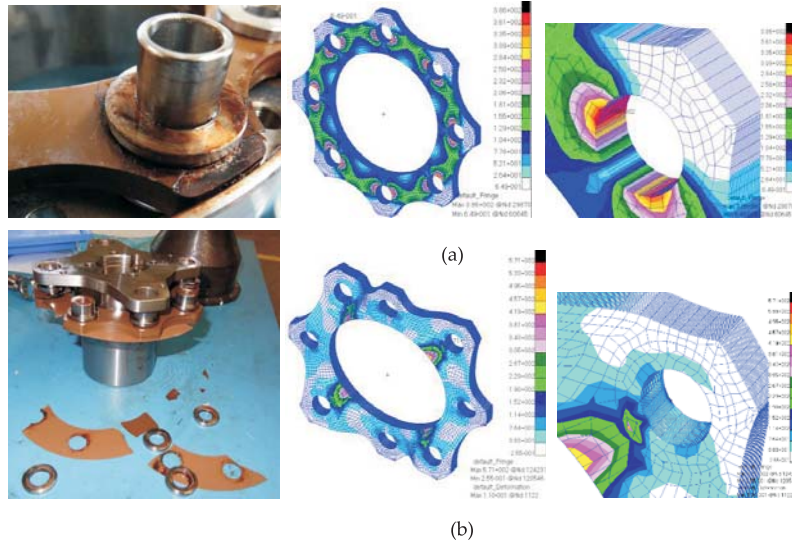
Dari hasil analisis yang dilakukan, ditemukan bahwa ada dua buah RMQC yang telah mendekati umur lelahnya. Hasil inspeksi yang kemudian dilakukan ternyata menemukan retak sepanjang sekitar 20 cm pada alat yang dimaksud, seperti pada Gambar 30. Selanjutnya alat dapat diperbaiki dan dilakukan program perpanjangan umur struktur agar alat tersebut dapat digunakan kembali dengan aman.



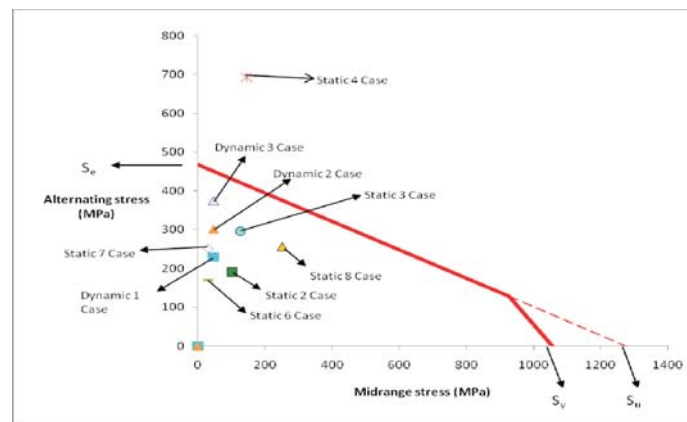
**Gambar 30:** Retak lelah yang ditemukan saat inspeksi [56]

### 6.3. Analisis Kegagalan Kopling Fleksibel Poros Turbin dan Kompresor

Pada tahun 2012 terjadi kegagalan kopling fleksibel pada sambungan turbin dan kompresor yang bekerja pada 14000 rpm. Fasilitas ini terletak di anjungan lepas pantai Laut Jawa. Kopling ini telah digunakan selama lebih dari 100 juta siklus putaran dan seharusnya tidak boleh terjadi kegagalan semacam ini. Dugaan sementara adalah proses pemasangan yang tidak benar atau desain kopling yang tidak benar. Model elemen hingga dibuat untuk kopling ini, dan hasil analisis menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi berbeda lokasi dengan pola patahan. Analisis lanjutan kemudian dilakukan dengan membuat model yang memiliki *angular misalignment*  $0,025^\circ$ ,  $0,05^\circ$ ,  $0,075^\circ$  dan  $0,1^\circ$ . Dari hasil analisis lanjutan, ditemukan bahwa patahnya kopling tersebut terjadi akibat kesalahan pemasangan, terdapat *misalignment* sudut pemasangan antara dua poros yang lebih dari  $0,1^\circ$ . Seperti dapat dilihat pada Gambar



**Gambar 31:** Disc pack yang sudah patah, (a) Distribusi tegangan tanpa memodelkan misalignment, (b) Distribusi tegangan dengan memodelkan misalignment [57]



**Gambar 32:** Diagram Goodman untuk menunjukkan hasil analisis disk pack pada berbagai kasus dengan memperhatikan misalignment [57]

31, lokasi dan arah tegangan utama hasil pemodelan numerik sesuai dengan fakta observasi bentuk patahan yang terjadi, dan awal terjadinya retak [57].

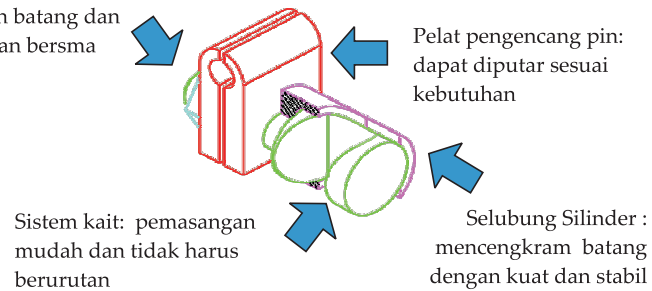
Dari hasil studi ini, dapat diperoleh pelajaran bahwa di masa yang akan datang proses pemasangan harus dikontrol dengan lebih baik agar tidak terjadi *misalignment* melebihi sudut yang dapat menyebabkan kegagalan. Gambar 32 menunjukkan hasil analisis pada berbagai kasus beban dan analisis pada diagram Goodman.

## 7. BEBERAPA KARYA INOVASI DALAM BIDANG REKAYASA

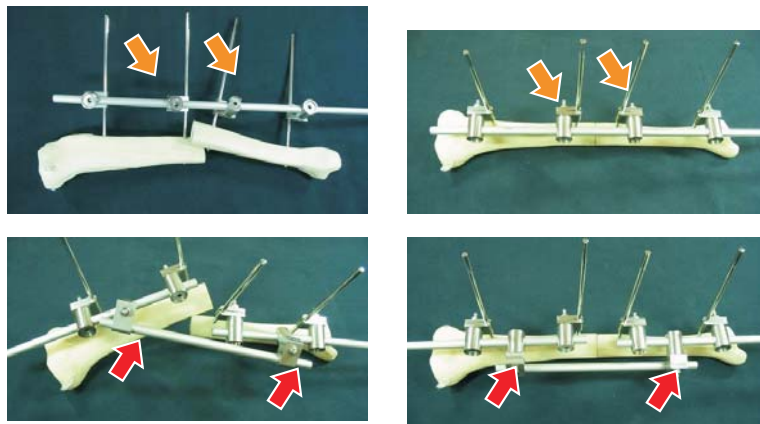
### 7.1. Klem Pengencang untuk Fiksasi External

Dalam bidang biomekanika, saat ini telah terjalin kerjasama yang cukup baik antara kelompok Riset Biomekanika ITB dengan bagian Rehabilitasi Medik, bagian Ortopaedi dan Traumatologi FK UNPAD/ RS Hasan Sadikin, serta bagian Anatomi FK UNPAD. Kegiatan yang dilakukan bersama telah menghasilkan paten alat fiksasi eksternal untuk menyambung tulang patah [58], seperti dapat dilihat pada Gambar 33. Desain alat ini dibuat sedemikian rupa sehingga pengaturan posisi tulang setelah pemasangan masih dapat dilakukan, seperti ditunjukkan pada Gambar 34. Desain ini mendapat penghargaan saat dipresentasikan pada Kongres Persatuan Ahli Bedah Ortopedi Indonesia tahun 2005.

Dengan memutar satu baut saja, sambungan batang dan pin dikencangkan bersama sekaligus



**Gambar 33:** Klem pengencang pada fiksasi eksternal untuk menyambung tulang yang patah [58]



**Gambar 34:** Proses penyetelan fiksasi eksternal [58]

## 7.2. Lutut Buatan dengan Harga Terjangkau

Selain klem untuk fiksasi eksternal, saat ini kelompok riset Biomekanika ITB sedang mengembangkan lutut buatan yang memiliki fungsi yang baik namun dengan harganya terjangkau. Kegiatan penelitian

tentang lutut buatan ini merupakan suatu terobosan baru di Indonesia karena saat ini yang ada adalah kaki buatan yang murah namun belum memiliki fungsi yang baik, dan kaki buatan import yang baik harganya mencapai belasan hingga puluhan juta rupiah.

Dari survey kepada penderita amputasi di atas lutut yang menggunakan kaki buatan di Indonesia, selain digunakan untuk berjalan, diharapkan kaki buatan ini juga dapat digunakan untuk duduk bersila dan dapat menekuk cukup banyak agar dapat digunakan untuk shalat.

Dengan memperhatikan faktor budaya tersebut, maka lutut buatan dirancang sedemikian rupa sehingga lutut ini dapat ditekuk dengan sudut yang besar dan dipasang rotator sehingga pengguna dapat duduk bersila.



**Gambar 35:** Lutut buatan sendi polisentrik menggunakan mekanisme empat batang [59]

Kegiatan penelitian ini mendapat apresiasi dari ITB, dan pada tahun 2016 tim Biomekanika (Prof Andi Isra Mahyuddin, penulis dan Dr. Sandro Mihradi) memperoleh penghargaan sebagai dosen berprestasi ITB dalam bidang karya inovasi. Karya ini, seperti dapat dilihat pada Gambar 35,



sedang sedang dalam proses untuk mendapat paten [59]. Saat ini beberapa set kaki palsu sedang diuji coba langsung oleh pengguna, sebuah perusahaan pemula telah didirikan dan diharapkan lutut buatan ini dapat segera tersebar luas di masyarakat.

## 8. CATATAN PENUTUP

Dari uraian pada bagian terdahulu, dapat dilihat bahwa bidang Mekanika Komputasional dapat diterapkan pada berbagai sektor, mulai dari industri dirgantara sampai kedokteran gigi, mulai dari riset dasar sampai aplikasi industri.

Kelompok keahlian Struktur Ringan, FTMD-ITB, yang merupakan “rumah” penulis di ITB saat ini sangat giat melakukan berbagai kegiatan yang melibatkan bidang Mekanika Komputasional, baik riset dasar maupun aplikasi industri. Pada tahun 2017 ini dimulai dua kegiatan penelitian internasional yang didanai program Newton Fund - Industri Academia Partnership Program dari Royal Academy of Engineering, Inggris bekerjasama dengan Imperial College London dan PT Dirgantara Indonesia tentang struktur komposit untuk struktur utama pesawat terbang, serta bekerjasama dengan University of Oxford dan PT INKA tentang pengembangan struktur ringan untuk rangka dan badan kereta api sedang dilaksanakan. Kegiatan riset inovasi industri dengan PT INKA tentang desain kursi penumpang kereta kelas premium, proses manufaktur struktur gerbong aluminium semi monokok, serta penanganan masalah kebisingan, getaran dan kenyamanan kereta Rail-link Bandara juga sedang berlangsung. Kerjasama dengan Puslitbang

Udara Balitbang Kemenhub tentang pengembangan piranti lunak analisis tenggang cacat pesawat masih terus berlanjut. Kegiatan riset multi-disiplin tentang masalah-masalah kedokteran gigi, orthopaedi, serta kedokteran fisik dan rehabilitasi medik juga terus dilakukan. Riset-riset dasar tentang integritas struktur, laik tabrak, mekanika retak dan biomekanik juga masih tetap aktif dilaksanakan.

Berbagai aktivitas tersebut secara langsung dan tidak langsung kemudian mewarnai dan memperkaya kegiatan-kegiatan pendidikan dan pembelajaran. Pengalaman kerjasama industri dan kegiatan multi-disiplin disisipkan untuk memperkaya bahan ajar di kelas. Mahasiswa juga mendapat akses dan terlibat langsung dengan aktivitas internasional dan aktivitas terkait industri.

Saat ini dunia tengah menyongsong Revolusi Industri ke empat. Semua sudah terkoneksi, dan informasi mengalir dengan deras. Waktu paruh pengembangan produk semakin pendek. Cara industri memproduksi barang dapat berubah secara revolusioner dengan keberadaan internet, otomasi proses produksi dan 3-D printer. Konsep struktur mekanik tradisional dapat tergeser oleh pola desain yang tumbuh alami mengikuti beban dan ruang yang tersedia. Kebutuhan manusia dalam memenuhi tuntutan kesehatan dan kesejahteraan semakin tinggi. Sejalan dengan itu bidang mekanika komputasional dapat menjadi salah satu bagian yang cukup sentral dalam proses pengembangan produk secara digital, mulai tahap desain, simulasi dan analisis, serta digital testing untuk karakterisasi material, untuk memangkas waktu dan biaya yang diperlukan dalam pengembangan produk, mulai dari alat kesehatan sampai dengan industri dirgantara.

Melihat peluang dan tantangan ke depan, maka kreativitas, kolaborasi dan aktivitas lintas-disiplin / trans-disiplin menjadi kata kunci. Sekat-sekat disiplin ilmu dilepaskan, dan diharapkan kerjasama lintas-disiplin / trans-disiplin dapat dilakukan lebih banyak lagi untuk melakukan terobosan-terobosan dalam menyelesaikan permasalahan yang semakin kompleks secara lebih holistik. Kegiatan tri darma akan lebih difokuskan agar penulis bersama sivitas akademika ITB yang lain dapat bersama-sama berkontribusi dalam membangun ITB menjadi simpul pengembangan pendidikan tinggi teknik, serta pengembangan teknologi dan industri untuk mendorong bangsa ini agar mandiri, bermartabat dan dapat terbebas dari jebakan sebagai negara berpenghasilan menengah.

## 9. UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang, atas segala berkah dan karuniaNya yang telah dilimpahkan sehingga capaian akademik ini dapat diperoleh.

Penghargaan dan terima kasih kepada yang terhormat Rektor dan Pimpinan ITB, atas semua dukungan yang diberikan selama beraktivitas di ITB, Pimpinan dan Anggota Forum Guru Besar ITB atas kehormatan dan kesempatan yang diberikan untuk menyampaikan orasi ilmiah di hadapan hadirin sekalian pada forum yang terhormat ini.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan tertinggi kepada para guru, dosen dan pendidik yang dengan tulus ikhlas telah mendidik dan mengajar penulis di TK Moestopo, SD Merdeka 5/III, SMP Negeri 5, SMA Negeri 3 Bandung. dan Institut Teknologi Bandung.

Penulis secara khusus juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada Prof. Wiranto Arismunandar, Prof. Sulaeman Kamil, Prof Djoko Suharto, Prof. Satriyo Soemantri Brodjonegoro, Prof. Ichsan Setya Putra dan Prof. Andi Isra Mahyuddin, serta Prof. Bambang Sutjiatmo dan Prof. Indra Nurhadi. Beliau-beliau adalah dosen, guru, senior dan kolega yang telah menjadi sumber inspirasi, contoh, panutan dan teladan sejak penulis masih menjadi mahasiswa, dan kemudian turut berkiprah dalam dunia pendidikan di ITB. Beliau-beliau senantiasa memberikan dukungan dengan tanpa lelah sampai akhirnya penulis meraih jabatan Guru Besar.

Prof. Ferri M.H. Aliabadi, pembimbing penulis saat mengikuti program Doktor di Queen Mary, University of London. UK, juga telah berperan besar di awal perjalanan karier penulis sebagai peneliti. Beliau telah memberi contoh luar biasa bagaimana seharusnya seorang supervisor harus bersikap terhadap para mahasiswanya, bagaimana suatu ide dikembangkan, pengetahuan baru digali, dan yang terpenting adalah keberanian untuk menguak cakrawala ilmu pengetahuan baru.

Terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Leonardo Gunawan, Dr. Annisa Jusuf, Dr. Sigit P. Santosa, Dr. Hery Setiawan, Dr. Hermawan Judawisastra dan Dr. Djarot Widagdo yang telah bersama-sama merintis, mengembangkan dan melaksanakan berbagai aktivitas pada area integritas struktur, mekanika retak, kelelahan material dan mekanika dampak.

Penghargaan juga kepada Dr. Sandro Mihradi, yang telah bersama-sama merintis kegiatan penelitian di bidang Biomekanika, *new frontier* dalam aplikasi bidang Mekanika Komputasional, serta Dr. Satrio



Wicaksono dan rekan-rekan sejawat di Fakultas Kedokteran dan Fakultas Kedokteran Gigi UNPAD khususnya drg. Gantini Subrata M.Kes (alm), Dr.dr. Hermawan Nagar Rasyid, Sp.OT(K), MT(BME), PhD, dr. Marina Moeliono, Sp.KFR(K), dan drg. Aldilla Miranda Dahlan, Sp.Perio

Secara khusus penulis juga ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada para mahasiswa bimbingan baik S1, S2 dan S3 yang telah bekerja keras dan penuh komitmen melakukan penelitian bersama. Terima kasih juga kepada rekan peneliti di berbagai Kelompok Keahlian di ITB, serta Industri.

Terima kasih dan penghargaan juga penulis sampaikan kepada Dekan FTMD, Prof. Yatna Yuwana Martawirya dan Prof. Hari Muhammad serta pimpinan FTMD, rekan anggota KK Struktur Ringan, rekan dosen dan karyawan FTMD ITB atas bantuan dan dukungannya selama ini.

Tanpa kontribusi semua yang telah disebutkan di atas dan banyak pihak lain yang tidak dapat disebut satu persatu, semua capaian yang penulis sampaikan tidak akan terwujud.

Penulis juga secara khusus ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak (Alm) Anwari dan Ibu Maemunah untuk segenap kasih sayang dan jerih payahnya. Beliau berdua dengan tulus dan penuh kasih sayang, perjuangan serta pengorbanan telah membesarkan dan mendidik penulis, membuka jalan dan kesempatan bagi penulis untuk dapat berkarier sebagai pengajar di ITB, senantiasa mendo'akan, mendukung dan mendorong penulis untuk berprestasi sehingga mencapai posisi saat ini.

Terima kasih kepada kakak dan adik penulis (mbak Diah, mas Teguh

dan Iie), serta seluruh keluarga besar Ciamis (Aki Basari dan Ema Halimah), keluarga besar Sidoarjo (mbah Fajar dan mbah Mutiara), dan keluarga besar mbah Aris, atas dukungan moral dan persaudaraan yang tulus.

Terima kasih pada Ayahanda Ahmad Toha Muslim dan Ibunda Tjutju Maryam, kakak dan adik, beserta seluruh keluarga besar untuk perhatian dan dukungannya.

Kepada isteri tercinta Julia Mufidah Ahmad serta ananda tersayang Gilang, Asih dan Dipta, penulis sampaikan ungkapan kasih untuk kesediaannya merintis bahtera rumah tangga bersama, atas dukungan, pengertian dan kesabarannya bersama-sama mengarungi pasang surut perjalanan hidup bersama penulis, dan menjadi penghibur, pelepas penat, sumber kegembiraan dan kebahagiaan.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan tersebut dengan pahala dan kebaikan berlipat ganda serta memberikan rahmat dan berkahNya bagi kita.

Aamiin Ya Rabb-al-Alamin

## DAFTAR PUSTAKA

1. B. Grun, *The Timetables of History*, the new third revised edition, A Touchstone Book, Simon & Schuster, 1975.
2. J. Knapton, "The Romans and their Roads - The Original Small Element Pavement Technologists" *5<sup>th</sup> International Concrete Block Paving Conference*, Tel-Aviv, Israel, pp. 17-52, 1996. <<http://www.sept.org/techpapers/826.pdf>>, diunduh tanggal 8 Juni 2017.

3. T. K. Derry, Trevor I. Williams, *A Short History of Technology: From the Earliest Times to A.D. 1900*, Oxford University Press, 1993.
4. "Letters (6) 1802-1828 Richard Trevithick/Andrew Vivian", Collections Online. Science Museum <<http://collection.sciencemuseum.org.uk/documents/aa110069667/collection-of-letters-from-andrew-vivian-to-richard-trevithick>>, dikunjungi 8 Juni 2017.
5. "The Wright Brothers & The Invention of the Aerial Age", Smithsonian Institution, tersedia secara daring di <<https://airandspace.si.edu/exhibitions/wright-brothers/online/>> dikunjungi tanggal 9 Juni 2017.
6. Walter Schültz, "A History of Fatigue", *Engineering Fracture Mechanics* Vol. 54, No. 2, pp. 263-300, 1996.
7. C. F. Adams, *Notes on Railroad Accidents*, VI. *The Versailles Accident*, G. P. Putnam's Sons., 1879. tersedia secara daring di <<http://catskillarchive.com/rrextra/wkbkch06.Html>> dikunjungi 1 Juni 2017.
8. W.J.M. Rankine., "On The Causes of The Unexpected Breakage of The Journals of Railway Axles, and on The Means of Preventing Such Accidents by Observing The Law of Continuity in Their Construction", *Institution of Civil Engineers*, Minutes of Proceedings, pp 105-108, 1842.
9. A. Morin, *Lemons de mécanique pratique---résistance des matériaux. Librairie de L. Hachette et Cie*, Paris, p. 456, 1853.
10. O. H. Basquin, The Exponential Law of Endurance Test, *ASTM STP*, Vol 10, pp625-630, 1910.
11. -, *Report of the Court of Inquiry into the Accidents to Comet G-ALYP on 10<sup>th</sup>*

- January, 1954 and Comet G-ALYY on 8<sup>th</sup> April, 1954*, Ministry of Transport and Civil Aviation, Civil Aircraft Accident, London: Her Majesty's Stationery Office, 1955 tersedia secara daring di <<http://www.baaa-acro.com/wp-content/uploads/2017/04/G-ALYP.pdf>> diunduh 9 Juni 2017.
12. -, *de Havilland DH-106 Comet 1 - FAA Lessons Learned*, tersedia secara daring di <[http://lessonslearned.faa.gov/ll\\_main.cfm?TabID=1&LLID=28](http://lessonslearned.faa.gov/ll_main.cfm?TabID=1&LLID=28)> dikunjungi tanggal 1 Juni 2017.
13. -, *Comet 1 (G-ALYU) - FAA Lessons Learned*, tersedia secara daring di <[http://lessonslearned.faa.gov/ll\\_main.cfm?TabID=1&LLID=28&LTypeID=2](http://lessonslearned.faa.gov/ll_main.cfm?TabID=1&LLID=28&LTypeID=2)> dikunjungi tanggal 1 Juni 2017.
14. -, *Aircraft Accident Report, Aloha Airlines, Flight 243, Boeing 737-200, N73711, Near Maui, Hawaii, 28 April 1988*, National Transportation Safety Board, NTSB/AAR-89/03, 1989.
15. T. Dirgantara, *Penentuan Faktor Geometri untuk Perhitungan Faktor Intensitas Tegangan pada Pelat Berlubang*, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, 1995.
16. T. Dirgantara, *Boundary Element Analysis of Crack in Shear Deformable Plates and Shells*, Ph.D. Thesis, Queen Mary, University of London, 2000
17. -, *Damage Tolerance Assesment Handbook, Volume 1*, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, FAA Technical Center, Atlantic City Airport, NJ 08405, DOT/FAA/CT-93/69.I, 1993.
18. -, *Damage Tolerance Assesment Handbook, Volume 2*, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, FAA Technical Center, Atlantic City Airport, NJ 08405, DOT/FAA/CT-93/69.II 1993.

19. M. H. Aliabadi, "A New Generation of Boundary Element Methods In Fracture Mechanics", *International Journal of Fracture*, Vol. 86 (1), pp 91-125, 1997.
20. M. H. Aliabadi, *The Boundary Element Method: Vol. 2 Applications in Solids and Structures*, John Wiley & Sons Ltd, 2002.
21. T. Dirgantara and M. H. Aliabadi, "A New Boundary Element Formulation For Shear Deformable Shells Analysis", *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 45, pp 1257-1275, 1999.
22. T. Dirgantara and M.H. Aliabadi, "Dual Boundary Element Formulation for Fracture Mechanics Analysis of Shear Deformable Shells", *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 38, pp 7769-7800, 2001.
23. T. Dirgantara and M.H. Aliabadi, "Stress Intensity Factors for Cracks in Thin Plates", *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 69(13), pp. 1465-1486, 2002.
24. T. Dirgantara and M.H. Aliabadi, "Crack Growth Analysis of Plates Loaded by Bending and Tension Using Dual Boundary Element Method", *International Journal of Fracture*, Vol. 105(1), pp 27-47, 2000.
25. T. Dirgantara, and M.H. Aliabadi, "Numerical Simulation of Fatigue Crack Growth in Pressurized Shells", *International Journal of Fatigue*, Vol. 24(7), pp 725-738, 2002.
26. T. Dirgantara, M.H. Aliabadi and I.S. Putra, "Damage Tolerance Analysis of Multiple Cracks Starting From Holes in a Plate Loaded by Bending and Tension", *Key Engineering Materials*, Vol. 261-263, pp 231-

238, 2004.

27. T. Dirgantara, and M.H. Aliabadi, "Boundary Element Method Analysis of Assembled Plate-Structure", *Communications in Numerical Methods in Engineering*, Vol. 17, pp 749-760, 2001.
28. T. Dirgantara, and M.H. Aliabadi, "Non Linear Fracture Mechanics Analysis of Fuselage Panels Using BEM", *Key Engineering Materials*, Vol. 251-252, pp 115-121, 2003.
29. J. Purbolaksono, T. Dirgantara and M.H. Aliabadi, "Non Linear Analysis of Cracked Plates", *Key Engineering Materials*, Vol. 306-308, pp 661-666, 2006.
30. T. Dirgantara and M.H. Aliabadi, "A Boundary Element Formulation for Geometrically Nonlinear Analysis of Shear Deformable Shells", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 195, Issues 33-36, pp 4635-4654, 1 July 2006.
31. J. Purbolaksono, T. Dirgantara, M.H. Aliabadi, "Fracture Mechanics Analysis of Geometrically Nonlinear Shear Deformable Plates", *Engineering Analysis with Boundary Elements*, Vol. 36, pp 87-92, 2012.
32. T. Dirgantara and M.H. Aliabadi, "Elastoplastic Boundary Element Method for Shear Deformable Shells", *Engineering Structures*, Vol. 45, pp 62-67, December 2012.
33. P. H. Wen, T. Dirgantara, M. H. Aliabadi, P. M. Baiz, "The Boundary Element Method for Geometrically Non-Linear Analyses of Plates and Shells", Chapter 1, in *Boundary Element Methods in Engineering and Sciences, Computational and Experimental Methods in Structures - Vol. 4*, Imperial College Press, pp.1-49, 2011.

34. T. Dirgantara, *Boundary Element Analysis of Crack in Shear Deformable Plates and Shells*, WIT Press, Southampton Boston, 2002.
35. T. Dirgantara, I. I. Sibarani, I. S. Putra, B. Rahardjo. "Boundary Element Probabilistic Multiple Site Damage Analysis for Aging Aircraft" *The 10<sup>th</sup> International Conference on Fracture and Strength of Solids (FEOFS 2016)*, Tokyo University of Science, Jepang, August 28 – September 1, 2016.
36. -, *Aloha Airlines 737 at Maui, Related Accidents/ Incidents, Delta Airlines, 727 (Maintenance Discovery-Accident Averted) - FAA Lessons Learned*, tersedia secara daring di <[http://lessonslearned.faa.gov/ll\\_main.cfm?TabID=1&LLID=20&LLTypeID=14](http://lessonslearned.faa.gov/ll_main.cfm?TabID=1&LLID=20&LLTypeID=14)> dikunjungi tanggal 1 Juni 2017.
37. -, *Penelitian Pengembangan Metodologi Analisis Untuk Engineering Assessment Pesawat Terbang Tua (Aging Aircraft) Di Indonesia*, Laporan Akhir, Pusat Penelitian dan Pengembangan Udara, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Perhubungan, 2014.
38. -, *Penelitian Pengembangan Software Untuk Metoda Analisa Damage Tolerant Repair Pada Kulit Struktur Badan Pesawat Terbang*, Laporan Akhir, Pusat Penelitian dan Pengembangan Udara, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Perhubungan, 2016.
39. -, *Repair Assessment Procedure and Integrated Design*, RAPID ver 2.1 Users Manual, June 1998.
40. A. Jusuf, I. P. Nurprasetyo, A. Prihutama, "Macro Data Analysis of Traffic Accidents in Indonesia", *Journal of Engineering and Technological Sciences*, Vol 49, No 1, 132-143, 2017.

41. L. Gunawan, T. Dirgantara, I. S. Putra, "Development of a Dropped Weight Impact Testing Machine", *IJET: International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 11 Issue: 06, 10 Desember 2011.
42. L. Gunawan, A. Jusuf, T. Dirgantara, I. S. Putra, "Experimental Study of Foam Filled Aluminum Columns Under Axial Impact Loading", *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Warsaw, POL, Vol. 20 (2), pp. 149-157, 2013.
43. L. Gunawan, S. A. Sitompul, T. Dirgantara, I. S. Putra, H. Huh, "Material Characterization and Axial Crushing Tests of Single and Double-Walled Columns at Intermediate Strain Rates", *Journal of Mechanical Engineering*, Vol 10 (2), 2014.
44. I. S. Putra, T. Dirgantara, L.H. Anh, H. Homma, K. Kishimoto, "Behavior of Thin-Walled Square Tube And Tubular Hat Sections Subjected to Low Velocity Impact Loading", *Advanced Materials Research*, Vol. 33-37 (1), pp 387-394, 2008.
45. A. Jusuf, F. S. Allam, T. Dirgantara, L. Gunawan, I. S. Putra, "Low Velocity Impact Analyses of Prismatic Columns using Finite Element Method", *Key Engineering Materials*, Vols. 462-463, pp. 1308-1313, 2011.
46. A. Jusuf, T. Dirgantara, L. Gunawan, I. S. Putra, "Numerical and Experimental Study of Single-Walled and Double-Walled Columns under Dynamic Axial Loading", *Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 9 (2), pp. 53-72, Des. 2012.
47. T. Dirgantara, L. Gunawan, I. S. Putra, S. A. Sitompul, A. Jusuf, "Numerical and Experimental Impact Analysis of Square Crash Box Structure With Holes", *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 393, pp.

- 447-452., 2013.
48. A. Jusuf, T. Dirgantara, L. Gunawan, I. S. Putra, "Crashworthiness Analysis of Multi-Cells Prismatic Structures", *International Journal of Impact Engineering*, Vol. 78, pp. 34-50, 2015.
  49. I. S. Putra, A. Jusuf, S. P. Santosa, T. Dirgantara, L. Gunawan, B. K. Hadi, *Perancangan Struktur Alat Transportasi Untuk Pengelolaan Energi Tabrakan* (Tahun Ke-2). Laporan Akhir Riset Desentralisasi ITB, 2016.
  50. A. Jusuf, *Analisis Desain Preparasi Saluran Akar Untuk Restorasi Dental Pada Gigi Maxillary Central Incisor Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Tesis Magister, Teknik Penerbangan ITB, 2008.
  51. G. Subrata, Z. Hasratningsih, E. Kurnikasari, and T. Dirgantara, "Evaluation of Seat and Non-Seat Post Preparation Design Using Conventional and Computational Methods", *Dental Journal*, Vol 42, no. 4, 2009.
  52. A. Faolina, T. Dirgantara, G. Subrata, "Rekonstruksi Geometri 3D dan Analisis Tegangan akibat Gaya Statik pada Gigi Premolar dalam mendukung Teori Penyebab Abfraksi", *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X*, Malang, 2-3 November 2011, hal. 1132-1140., Malang, 2011.
  53. S. W. Rais, *Analisis Distribusi Tegangan Pada Tulang Alveolar Dari Implan Gigi Dengan Restorasi Tunggal Dan Jembatan Menggunakan Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi*, Karya Ilmiah Akhir, Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran, 2013.
  54. R. Chairunnisa, *Analisis Distribusi Tegangan Pada Tulang Alveolar*

- Pendukung Gigi Tiruan Sebagian Lepas Fleksibel Berujung Bebas*, Karya Ilmiah Akhir, Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran, 2013.
55. H. Muhammad dkk, *Laporan Akhir Desain Dan Analisis Kapal Bersayap Wise-8, Finite Element Analysis Of Wise-8 Structure*, Deputi Bidang Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa BPPT dan LPPM – ITB, No Dok: D03-8-G323-001, 2006.
  56. -, *Laporan Pekerjaan Pengkajian Teknis Atas Peralatan dan Fasilitas Di Terminal Petikemas*, dokumen teknis pribadi yang tidak dipublikasikan, 2014.
  57. E. Hamdi, T. Dirgantara and H. Setiawan, "Finite Element Method Modelling and Analysis on Compressor Coupling Integrity Review", *ASME 2014 12<sup>th</sup> Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis*, Paper No. ESDA2014-20347, pp. V001T01A005; doi:10.1115/ESDA2014-20347, Copenhagen, 2014.
  58. T. Dirgantara, I. S. Putra, F. D. Trilasto, D. Ismono, H. N. Rasyid, N. N. Hidayat, *Klem Pengcang Pada Alat Fiksasi Eksterna untuk Menyambung Tulang Patah*, Aplikasi Paten no S00200500066, tanggal 23 Mei 2005, disetujui tanggal 20 Juli 2010, Paten Sederhana No. ID S0001028.
  59. A. I. Mahyuddin, T. Dirgantara, S. Mihradi, A. R. Tanto, E. O. Bachtiar, *Lutut Prostesis Yang Digunakan Pada Kaki Palsu Pasien Amputasi Transfemoral*, Aplikasi Paten no P00201507968, tanggal 1 Desember 2015.



## CURRICULUM VITAE



Nama : **TATACIPTA DIRGANTARA**  
Tmpt. & tgl. lhr. : Bandung, 24 April 1970  
Kel. Keahlian : Struktur Ringan  
Alamat Kantor : Fakultas Teknik Mesin dan  
Dirgantara (FTMD), Institut Teknologi  
Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung 40132  
Indonesia  
Telepon : (022) 2504243

### I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Doctor of Philosophy, Department of Engineering, Queen Mary, University of London, UK  
Ph.D. Thesis: T. Dirgantara, *Boundary Element Analysis of Crack in Shear Deformable Plates and Shells*, Queen Mary and Westfield College, University of London, 2000 (Supervisor: Prof MH Aliabadi)
- Magister Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung, 1995  
Tesis Magister: T. Dirgantara, *Penentuan Faktor Geometri untuk Perhitungan Faktor Intensitas Tegangan pada Pelat Berlubang*, Institut Teknologi Bandung, 1995 (Pembimbing Prof Soelaiman Kamil, Dr. Ichsan Setya Putra, Dr. Satryo Soemantri Brodjonegoro)
- Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, 1993  
Tugas Sarjana: T. Dirgantara, *Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Pegas Udara*, Institut Teknologi Bandung, 1993 (Pembimbing Dr. Satryo Soemantri Brodjonegoro).

## II. RIWAYAT KERJA di ITB:

- Staf Pengajar, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara (sebelumnya Fakultas Teknologi Industri), Institut Teknologi Bandung, Indonesia, April 1994 (sebagai asisten, diangkat CPNS April 2006) – sekarang (tugas belajar September 1995- September 2003)
- Staf Peneliti, Laboratorium Struktur Ringan, Pusat Rekayasa Industri, Institut Teknologi Bandung, April 1994 – sekarang (tugas belajar September 1995- September 2003)
- Asisten Direktur untuk Hubungan Internasional, Direktorat Kemitraan dan Hubungan Internasional, Institut Teknologi Bandung, 2010 – 2015
- Wakil Direktur untuk Hubungan Internasional, Direktorat Kemitraan dan Hubungan Internasional, Institut Teknologi Bandung, 2016 – sekarang
- Sekretaris Komisi I Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung, 2017 – sekarang.

## III. RIWAYAT KEPANGKATAN:

- CPNS, Penata, III/C, 1 April 2006
- Penata Tk I, III/D, 1 Oktober 2010
- Pembina, IV/A, 1 Oktober 2012
- Pembina Tk I, IV/B, 1 Oktober 2014
- Pembina Utama Muda, IV/C, 1 April 2017

## IV. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- Lektor Kepala, 1 April 2010
- Profesor/Guru Besar, 1 November 2016

## V. KEGIATAN PENELITIAN

1. **T. Dirgantara**, M.H. Ferri Aliabadi et.al., *Development of Structural Integrity Analysis Methodology of Advanced Composite Aircraft Structures*. IAPP Newton Fund Scheme, Royal Academy Engineering UK, 2017.
2. **T. Dirgantara**, A. Wibowo, S. Raharno, R. Ilhamsyah, *Pengembangan Kursi Kereta Kelas Ekonomi Untuk Kereta Api Dalam Negeri*, Riset Inovasi Industri, 2017.
3. **T. Dirgantara**, A. Jusuf, *Desain dan Pengembangan Struktur Crash Box Bersudut Jamak untuk Meningkatkan Keselamatan Alat Transportasi*, Riset P3MI 2017.
4. S. P. Santosa dkk, *Pengembangan Produk Struktur Tahan Ledak Untuk Kendaraan Tempur*, Riset LPDP 2017.
5. **T. Dirgantara**, L. R. Zuhal, S. Wicaksono, *Pengembangan Teknik Korelasi Citra Digital Untuk Pengukuran Pada Mekanika Eksperimental 3D*, Riset PUPT 2017.
6. **T. Dirgantara**, A. Basuki, S. Wicaksono, *Pengembangan Lanjut Teknik Korelasi Citra Digital Untuk Pengukuran Pada Struktur Berdeformasi Besar*, Riset PUPT 2017.
7. S. P. Santosa, I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, A. Jusuf. *Perancangan dan Kajian Manufaktur Komponen Automotif Untuk Aplikasi Struktur Laik Tabrak*, Riset PUPT 2017.
8. A. Jusuf, I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, S. P. Santosa, *Kaji Parametrik Struktur Crash Box Double-Hat Multi Corner Untuk Keselamatan Alat Transportasi*, Riset PUPT 2017.
9. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, S. P. Santosa, A. Jusuf, *Structural Impact*. (Project SEED-Net No.ITB (INA) CR1601) Periode April 2016 – March 2017.

10. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, S. P. Santosa, D. Widagdo, *Petalling Damage Analysis Of Metallic Plate Under Localised Impact Load*. (Project SEED-Net No. ITB (INA) CR1601) Periode April 2016 – March 2017.
11. A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, I. P. Nurprasetyo, *Pengembangan Desain dan Prototipe Kaki Palsu dengan Harga Terjangkau*, Riset PUPT 2016.
12. A. Jusuf, I. S. Putra, S. P. Santosa, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, *Kaji Pengaruh Laju Regangan Busa Alumunium Terhadap Karakteristik Laik Tabrak Pada Crashbox*, Riset ITB 2016.
13. **T. Dirgantara**, L. R. Zurhal, S. Wicaksono, *Pengembangan Teknik Korelasi Citra Digital Untuk Pengukuran Pada Mekanika Eksperimental 3D*. Riset, PUPT 2016.
14. **T. Dirgantara**, S. Wicaksono, A. I. Mahyuddin, S. Mihradi, *Pengembangan Metode Numerik dan Rekonstruksi 3D CT-Scan untuk Perencanaan Protokol Terapi Gigi: Analisis Konstruksi Preparasi Pasak/ Implan Gigi*, Riset IPTEKS (Tahun Kedua) 2016.
15. **T. Dirgantara**, A. Basuki, S. Wicaksono, *Pengembangan Lanjut Teknik Korelasi Citra Digital Untuk Pengukuran pada Struktur Berdeformasi Besar*, Riset PUPT 2016.
16. A. Jusuf, **T. Dirgantara**, S. P. Santosa, *Optimisasi Struktur Crash Box Berdasarkan Efisiensi Penyerapan Energi Tabrakan*, Riset PUPT 2016.
17. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, B. Rahardjo, *Penelitian Pengembangan Software untuk Metoda Analisa Damage Tolerant Repair pada Kulit Stuktur Pesawat Terbang*, Balitbang Kemenhub 2015.
18. L. Gunawan, **T. Dirgantara**, S. P. Santosa, M. A. Kariem, *Karakterisasi Material Pada Laju Regangan Tinggi dan Penyempurnaan Teknik Split*

- Hopkinson Bar*, Riset Desentralisasi 2015.
19. **T. Dirgantara**, L. R. Zurhal, I. S. Putra, A. Jusuf, S. Mihradi, *Pengembangan Teknik Korelasi Citra Digital Untuk Pengukuran Pada Mekanika Eksperimental 3D*, Riset Unggulan 2015.
20. **T. Dirgantara**, S. Wicaksono, A. I. Mahyuddin, S. Mihradi. *Pengembangan Metode Numerik dan Rekonstruksi 3D CT-Scan untuk Perencanaan Protokol Terapi Gigi: Analisis Konstruksi Preparasi Pasak/ Implan Gigi*, Riset IPTEKS 2015.
21. D. Widagdo, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, S. Mihradi. *Penggunaan Teknik Korelasi Citra Dijital Untuk Mengukur Tegangan Jembatan Kereta Api Cikubang Sebagai bagian Remaining Life Assessment*, Riset MP3EI 2015.
22. I. S. Putra, A. Jusuf, S. P. Santosa, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, B. K. Hadi. *Perancangan Struktur Alat Transportasi untuk Pengelolaan Energi Tabrakan*, Riset Desentralisasi 2015.
23. I. S. Putra, S. P. Santosa, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, A. Jusuf, D. Widagdo, *Penyusunan Prosedur Perancangan Crashbox Berdasarkan Kriteria Crashworthiness*, Riset Desentralisasi 2015.
24. I. S. Putra et.al., *Development of Vehicle Crash Box Design Structure to Improve Crashworthiness of Vehicle*. (Project SEED-Net No. ITB (INA) CR 1401) Period April 2014 – March 2015.
25. I. S. Putra et.al., *Analytical Analysis of Clamped Load Metal Plate Under Blast*. (Project SEED-Net No. ITB (INA) CR 1401) Period April 2014 – March 2015.
26. I. S. Putra et.al., *Blast and Impact Dynamic*. (Project SEED-Net No. ITB (INA) CR 1401) Period April 2014 – March 2015.
27. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, B. Rahardjo, *Pengembangan Metodologi Analisis untuk Engineering Assessment Pesawat Terbang Tua (Aging Aircraft) di*

Indonesia, Balitbang Kemenhub 2014.

28. A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, *Pengembangan Desain Mekanisme Sendi Lutut untuk Kaki Palsu dengan Harga Terjangkau*, Riset Desentralisasi, 2014.
29. A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, S. Mhradi, *Pengembangan Basis Data Awal Gerak Berjalan Abnormal Manusia Indonesia Menggunakan 3D Motion Analyzer System*, Riset dan Inovasi ITB, 2014.
30. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, A. Jusuf, Sigit P. Santosa. *Development of Vehicle Crash Box Design Structure to Improve Crashworthiness of Vehicle 2*, AUN/SEED-net 2014.
31. I. S. Putra, S. P Santosa, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, A. Jusuf. *Blast and Impact Dynamic 1*, AUN/SEED-net 2014.
32. I. S. Putra, S. P Santosa, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, A. Jusuf. *Blast and Impact Dynamic 2*, AUN/SEED-net 2014.
33. I. S. Putra, S. P. Santosa, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, A. Jusuf. *Analytical Analysis of Clamped Load Metal Plate Under Blast*, AUN/SEED-net 2014.
34. **T. Dirgantara**, M. Abdullah, I. S. Putra, H. Setiawan, *Pengembangan Sistem Pengambilan Citra Sinar-X Secara Digital Dengan Memanfaatkan Material Tinta Nano*, Riset Desentralisasi Dikti 2014.
35. D. Widagdo, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, S. Mhradi, *Penggunaan Teknik Korelasi Citra Dijital Untuk Mengukur Tegangan Jembatan Kereta Api Cikubang Sebagai Bagian Remaining Life Assessment*, Riset MP3EI 2014.
36. **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I. S. Putra, A. Jusuf, *Kaji Parametrik Struktur Crash Box Multi Corner Untuk Keselamatan Alat Transportasi*, Riset dan Inovasi ITB 2013.
37. L. Gunawan, I. S. Putra, **T. Dirgantara**, A. Jusuf, *Kaji Numerik Dan Eksperimental Struktur Crash Box Berpenampang Top Hat Dengan*

*Sambungan Las Titik Untuk Keselamatan Alat Transportasi Darat*, Riset dan Inovasi ITB 2013.

38. **T. Dirgantara**, M. Abdullah, I. S. Putra, H. Setiawan, *Pengembangan Sistem Pengambilan Citra Sinar-X Secara Digital Dengan Memanfaatkan Material Tinta Nano*, Riset dan Inovasi ITB 2013.
39. L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, A. Jusuf. *Development of Crash Box Structure Design to Improve Crashworthiness of Vehicle (2<sup>nd</sup> Year)*. International Research Collaboration and Scientific Publication, 2012 – 2014.
40. L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, A. Jusuf. *Improvement of Impact Testing Equipment for Knowledge Based Crash Box Design to Improve Crashworthiness of Vehicle*. Riset Desentralisasi DIKTI, 2013.
41. S. Mhradi, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, *Pengukuran Medan Perpindahan Keluar Bidang Dengan Teknik 3D DIC Pada Pengujian Buckling Column*, Riset dan Inovasi ITB, 2013.
42. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, *Pengembangan Teknik Korelasi Citra Digital Untuk Menentukan Faktor Intensitas Tegangan Modus III Struktur Jembatan Yang Mengalami Retak*, Riset Desentralisasi DIKTI, 2013.
43. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, *Pengukuran Medan Perpindahan Pada Struktur Rel Kereta Api Dengan Metode Digital Image Correlation*, Riset dan Inovasi ITB, 2013.
44. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. Gunawan. *Development of Vehicle Crash Box Design Structure to Improve Crashworthiness of Vehicle*, AUN/SEED-Net Collaborative Research Project, 2013-2014.
45. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, S. Mhradi. *Digital Image Correlation for 3D out of Plane Deformation Measurement*. AUN/SEED-Net Collaborative

Research Project, 2013-2014.

46. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, S. P. Santosa. *Blast and Impact Dynamic*, AUN/SEED-Net Collaborative Research Project, 2013-2014.
47. **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I. S. Putra. *Numerical and Experimental Impact Analysis of Prismatic Column with Holes*. Riset KK ITB 2012.
48. L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I. S. Putra. *Development of Split Hopkinsons Test Equipments for High Strain Impact Test*, Hibah Kerjasama Internasional DP2MDikti, 2012.
49. A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, S. Mihradi. *Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Sistem Force Platform Untuk Pengukuran Ground Reaction Forces*, Riset Inovasi ITB, 2012.
50. A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, *Pengembangan Perangkat Analisis 3D Gerak Berjalan Manusia Untuk Keperluan Rehabilitasi Medik*, Riset Inovasi ITB, 2011.
51. A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, *Pengembangan Perangkat Analisis 2D Gerak Manusia Siap Pakai Pada Institusi Pelayanan Medis untuk Keperluan Rehabilitasi Medik*, Riset KK ITB, 2010.
52. A. I. Mahyuddin, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, M. Moeliono, T. Prabowo *Pengembangan Basis Data Gerak Berjalan Manusia Indonesia Menggunakan Perangkat Analisa Berbasis Citra Digital untuk Keperluan Rehabilitasi Medik dan Disain Prostesa*, Riset Kerjasama Antar Lembaga, DP2MDikti, 2010.
53. S. Mihradi, A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, *Development of an Integrated System for Human Gait Analysis with Application in Medical Rehabilitation and Prosthesis Design*, Hibah Riset IA ITB, 2009.
54. S. Mihradi, A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, *Development of an Affordable System for Kinematics and Dynamics Analysis of Human Motion*

*with Application in the Field of Medical Rehabilitation*, AUN/SEED-Net Research Grant, 2009.

55. **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I. S. Putra, *Pengembangan Sistem Perancangan Crash Box dengan Struktur Dinding Ganda Berbasis Pengetahuan untuk Keselamatan Transportasi Darat*, Hibah Kompetensi DIKTI 2009-2011.
56. A. I. Mahyuddin, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, *Pengembangan Sistem Analisis Gerak Manusia Berbasis Citra Digital untuk Keperluan Rehabilitasi Medik dan Desain Prostesa*, Riset KK ITB, 2009.
57. L. Gunawan, I. S. Putra, **T. Dirgantara**, *Pengembangan Alat Uji Impak Guna Mendukung Perancangan Crash Box Berbasis Pengetahuan Untuk Meningkatkan Keselamatan Alat Transportasi Darat*, Hibah Bersaing DIKTI 2009-2010.
58. **T. Dirgantara**, T. L. Mengko, A. B. Suksmono, I. S. Putra, *Pengembangan Sistem Simulated CT Untuk Keperluan Rekayasa Balik Dan Rekonstruksi 3-D Komponen Industri*, Riset Insentif RISTEK 2007-2009.
59. A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, T. Mengko, I. S. Putra, *Pengembangan Sistem Analisis Gerak Manusia Berbasis Citra Digital Untuk Keperluan Rehabilitasi Medik Dan Desain Prostesa*, Riset Insentif Terapan KMN RISTEK 2008.
60. M. G. Suada, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, *Pengembangan Proses Rekonstruksi 3-D Permukaan Komponen Industri Menggunakan Citra Digital*, Riset KK – ITB, 2008.
61. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. R. Zuhail, H. Homma, K. Kishimoto, *Development of Digital Image Correlation Technique for Displacement Measurement*, AUN/SEED-Net, 2005-2007.
62. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, H. Homma, K. Kishimoto,



*Investigation of Mechanical Behaviours of Aluminum Foam Sandwich Structure*, AUN/SEED-Net, 2005-2007.

63. **T. Dirgantara**, I. S. Putra, H. Judawisastra, D. Widagdo, B. Raharjo, *Development of New Aluminum – Aluminum Foam Core Sandwich Panel: Adhesive Strength Test between the Skin and the Core*, Hibah Penelitian PHK A2 Teknik Penerbangan ITB, 2006.
64. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, A. Yani, *3-D Reconstruction of Industrial Component using Hospital CT-Scan for Reverse Engineering Applications*, Riset Unggulan ITB Fiscal Year 2004.
65. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, H. Homma *Development of the Mesh Free Methods for Dynamic Fracture Problems*, AUN/SEED-Net, 2004-2007.
66. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, H. Homma *High Velocity Impact on Multilayered Composite*, AUN/SEED-Net, 2004-2006.
67. M. H. Aliabadi, **T. Dirgantara**, *Development of BEM for Aircraft Panel, Advanced Design Concepts and Maintenance by Integrated Risk Evaluation for Aerostructures (ADMIRE)*, Part of Consortium funded by the European Community, 2001 – 2003.
68. S. S. Brodjonegoro dan **T. Dirgantara**, *Pengembangan Prototipe Pegas Udara*, Penelitian Perguruan Tinggi 1992-1993, January 1994.

## VI. PUBLIKASI

### a. Buku dan bab pada buku

1. **T. Dirgantara**, *Boundary Element Analysis of Crack in Shear Deformable Plates and Shells*, WIT Press, Southampton Boston, 2002.
2. P. H. Wen, **T. Dirgantara**, M. H. Aliabadi, P. M. Baiz, *The Boundary Element Method for Geometrically Non-Linear Analyses of Plates and Shells*,

Chapter 1, in *Boundary Element Methods in Engineering and Sciences, Computational and Experimental Methods in Structures - Vol. 4*, 2011, pp.1-49.

### b. Paten

1. A.I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, A.R. Tanto, E.O. Bachtiar, *Lutut Prostesis Yang Digunakan Pada Kaki Palsu Pasien Amputasi Transfemoral*, Aplikasi Paten no P00201507968, tanggal 1 Desember 2015.
2. **T. Dirgantara**, I.S. Putra, F.D. Trilasto, D. Ismono, H.N. Rasyid, N.N. Hidajat, *Klem Pengencang Pada Alat Fiksasi Eksterna untuk Menyambung Tulang Patah*, Aplikasi Paten no S00200500066, tanggal 23 Mei 2005, disetujui 20 July 2010, Paten Sederhana No. ID S0001028.

### c. Jurnal Internasional

1. A.S. Jaya, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, *Evaluation of The Effect of The Specimen Image Resolution on Non-Uniform Displacement Accuracy of 2D-Digital Image Correlation*. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 11 (10), pp. 6643-6648, 2016.
2. S. Wicaksono, P. L. Ferdian, **T. Dirgantara**, A. I. Mahyuddin, S. Mihradi, G. Subrata, *3D Reconstruction and Stress Analysis of The Free End Second Premolar Root Form Dental Implant*. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 842, pp 445-450, 2016.
3. E. O. Bachtiar, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, A. I. Mahyuddin, *Design and Fabrication of an Affordable Transfemoral Prosthetic Leg*. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 842, pp 435-444, 2016.
4. S. Mihradi, C. Z. Abdiwijaya, **T. Dirgantara** and A. I. Mahyuddin, *Design of Above-Knee Prosthesis: a Finite Element Stress Analysis*,

*Advanced Materials Research*, Vol. 1125, pp 432-436, 2015.

5. D. Chandra, N. D. Anggraeni, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, A. I. Mahyuddin, Improvement of three-dimensional (3D) motion analyzer system for the development of Indonesian Gait Database, *Procedia Manufacturing*, Vol 2, pp 268-274, 2015.
6. A. Jusuf, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I.S. Putra, Crashworthiness Analysis of Multi-Cell Prismatic Structures, *International Journal of Impact Engineering*, Vol. 78, pp. 34-50, 2015.
7. N.V. Trong, L. Gunawan, A. Jusuf, **T. Dirgantara** and I.S. Putra, Stress Analysis of the Impactor Assembly of the Dropped Weight Impact Testing Machine, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 660, pp. 567-571, 2014.
8. A. Dimas, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, A. Jusuf, I.S. Putra, The Effects of Spot Weld Pitch to the Axial Crushing Characteristics of Top-Hat Crash Box, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 660, pp. 578-582, 2014.
9. N.C. Nghia, T. Dirgantara, S.P. Santosa, A. Jusuf, I.S. Putra, Impact Behavior of Square Crash Box Structures Having Holes at Corners, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 660, pp. 613-617, 2014.
10. M.R. Abdurrahman, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, A.I. Mahyuddin, Validity of Kinect for Assessment of Joint Motion during Gait, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 660, pp 921-926, 2014.
11. L. Iryani, H. Setiawan, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Development of a Railway Track Displacement Monitoring by Using Digital Image Correlation Technique, *Applied Mechanics and Materials* Vols. 548-549, pp 683-687, 2014.
12. L. Gunawan, S.A. Sitompul, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, H. Huh, Material Characterization and Axial Crushing Tests of Single and Double-

Walled Columns at Intermediate Strain Rates, *Journal of Mechanical Engineering*, Vol 10 No. 2, pp. 19-36, 2013.

13. L. Iryani, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, I.S. Putra, The Effect of DIC Parameters in the Measurement of Stress Intensity Factors  $K_I$  and  $K_{II}$ , *Journal Mechanical Engineering*, Vol. 10 No. 1, p. 305-315, 2013.
14. S. Mihradi, A. I. Henda, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, Development of 3D Gait Analyzer Software Based on Marker Position Data, *ASEAN Engineering Journal Part A* Vol. 3 No. 2, 2013.
15. L. Gunawan, A. Jusuf, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Experimental Study of Foam Filled Aluminum Columns Under Axial Impact Loading, *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Vol. 20, No. 2, pp. 149-157, 2013.
16. S. Mihradi, Ferryanto, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, Tracking of Markers for 2D and 3D Gait Analysis Using Home Video Cameras, *International Journal of E-Health and Medical Communications*, Vol. 4 No. 3, p. 36-52, 2013.
17. Ferryanto, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, Camera Calibration Technique Improvement for 3D Optical Gait Analyzer System, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 393, pp. 976-981, 2013.
18. **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I.S. Putra, S.A. Sitompul, A. Jusuf, Numerical and Experimental Impact Analysis of Square Crash Box Structure With Holes, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 393, pp. 447-452, 2013.
19. A.I. Mahyuddin, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, M. Moeliono, T. Prabowo, Development of Indonesian Gait Database Using 2D Optical Motion Analyzer System, *ASEAN Engineering Journal Part A*, Vol. 2, No. 2, pp. 62-72, 2012.
20. A. Jusuf, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I.S. Putra, Numerical and

Experimental Study of Single-Walled and Double-Walled Columns under Dynamic Axial Loading, *Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 9 No. 2, pp. 53-72., 2012.

21. **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, S. Mihradi, Development of Affordable Optical Based Gait Analysis Systems, *ASEAN Engineering Journal*, Vol. 2 No. 1, pp. 12-29, 2012.
22. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Elastoplastic Boundary Element Method for Shear Deformable Shells, *Engineering Structures*, Vol. 45, pp. 62-67, 2012.
23. J. Purbolaksono, **T. Dirgantara**, M.H. Aliabadi, Fracture Mechanics Analysis of Geometrically Nonlinear Shear Deformable Plates, *Engineering Analysis with Boundary Elements*, Vol. 36, pp. 87-92, 2012.
24. L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Development of a Dropped Weight Impact Testing Machine, *IJET: International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 11, Issue: 06, 2011.
25. A. Jusuf, F.S. Allam, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I.S. Putra, Low Velocity Impact Analyses of Prismatic Columns using Finite Element Method, *Key Engineering Materials*, Vols. 462-463, pp. 1308-1313, 2011.
26. A.I. Mahyuddin, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, P.N. Maulido, Gait Parameters Determination by 2D Optical Motion Analyzer System, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 83, pp. 123-129, 2011.
27. **T. Dirgantara**, T.S. Wicaksono, T. Ahmad, I. Sadikin, D. Suharto, I.S. Putra, Probabilistic Fracture Mechanics Analysis of Multiple Cracks in Cylindrical Pressure Vessel, *Key Engineering Materials*, Vols. 462-463, pp. 1314-1318, 2011.
28. I.S. Putra, **T. Dirgantara**, L.H. Anh, H. Homma, K. Kishimoto, Behavior of Thin-Walled Square Tube and Tubular Hat Sections

Subjected to Low Velocity Impact Loading, *Advanced Materials Research*, Vols. 33-37, pp. 387-394, 2008.

29. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, A boundary element formulation for geometrically nonlinear analysis of shear deformable shells, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 195, Issues 33-36, pp. 4635-4654, 2006.
30. J. Purbolaksono, **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Non Linear Analysis of Cracked Plates, *Key Engineering Materials*, Vols. 306-308, pp. 661-666, 2006.
31. I.S. Putra, **T. Dirgantara**, Firmansyah and M. Mora, Buckling Analysis of Cylindrical Shell Having a Circumferential Crack, *Key Engineering Materials*, Vols. 306-308, pp. 55-60, 2006.
32. **T. Dirgantara**, I.S. Putra, A.A. Sucipto and A. Jusuf, Buckling Analysis of Cylindrical Shell Having a Longitudinal Crack, *Key Engineering Materials*, Vols. 306-308, pp. 49-54, 2006.
33. **T. Dirgantara**, M.H. Aliabadi and I.S. Putra, Damage Tolerance Analysis of Multiple Cracks Starting From Holes in A Plate Loaded by Bending and Tension, *Key Engineering Materials*, Vols. 261-263, pp. 231-238, 2004.
34. **T. Dirgantara**, and M.H. Aliabadi, Non Linear Fracture Mechanics Analysis of Fuselage Panels Using BEM, *Key Engineering Materials*, Vols. 251-252, pp. 115-121, 2003.
35. **T. Dirgantara**, and M.H. Aliabadi, Numerical Simulation of Fatigue Crack Growth in Pressurized Shells, *International Journal of Fatigue*, Vol. 24(7), pp. 725-738, 2002.
36. **T. Dirgantara**, and M.H. Aliabadi, Stress Intensity Factors for Cracks in Thin Plates, *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 69(13), pp. 1465-

1486, 2002.

37. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Dual Boundary Element Formulation for Fracture Mechanics Analysis of Shear Deformable Shells, *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 38, pp. 7769-7800, 2001.
38. **T. Dirgantara**, and M.H. Aliabadi, Boundary Element Method Analysis of Assembled Plate-Structure, *Communications in Numerical Methods in Engineering*, Vol. 17, pp. 749-760, 2001.
39. **T. Dirgantara**, and M.H. Aliabadi, Crack Growth Analysis of Plates Loaded By Bending and Tension Using Dual Boundary Element Method, *International Journal of Fracture*, Vol. 105(1), pp. 27-47, 2000.
40. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, A New Boundary Element Formulation for Shear Deformable Shells Analysis, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 45, pp. 1257-1275, 1999.

#### d. Jurnal Nasional

1. L. Gunawan, A. Dimas, A. Jusuf, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Karakterisasi Sifat Mekanik Mild Steel St37 dan High Strength Steel CR420LA pada Laju Regangan Menengah, *MESIN*, Vol 25, No 2, pp. 90 - 100, 2016.
2. A. Handoko, F.A. Tandjung, H.N. Rasyid, B. Tiksnadi, **T. Dirgantara**, The Comparison of Ibuprofen and Celecoxib Effect on Tibial Fracture Healing in Wistar Mice: a Biomechanical Analysis, *The Journal of Indonesian Orthopaedic*, Vol. 39, No. 2, 2011.
3. G. Subrata, Z. Hasratiningsih, E. Kurnikasari, and **T. Dirgantara**, Evaluation of seat and non-seat post preparation design using conventional and computational methods, *Dental Journal*, Vol 42, no. 4,

2009.

4. F.D. Trilasto., N.N. Hidajat, H.N. Rasyid, D. Ismono, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Perbandingan Stabilitas antara Simple Clamp dengan Methylmethacrylate sebagai Pin Clamp Fixator untuk Fiksasi Eksterna Unilateral One Plane pada Fraktur Tibia Sapi, *Majalah Orthopaedi Indonesia*, Vol. XXXII No.1, pp 27-33, 2004.
5. T. Hardianto, D. Suharto, **T. Dirgantara**, Perancangan Mekanisme Motor Stirling berkapasitas 1kW, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol XVI No. 2, 53-58, 2001.

#### e. Proceeding Konferensi Internasional

1. Afdhal, L. Gunawan, M. A. Kariem, **T. Dirgantara**, I.S. Putra. Numerical Simulation for Bar Straightness Effect in Split Hopkinson Pressure Bar. *Procedia Engineering*, Vol. 173, pp. 615 – 622, 2017.
2. A. Jusuf, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, S. P. Santosa, I. S. Putra, Corner Modelling Strategy for Finite Element Impact Simulation of Extruded Square Thin-Walled Column, *Procedia Engineering*, Vol. 173, pp 1307-1313, 2017.
3. Afdhal, A. Jusuf, L. Gunawan, S. P. Santosa, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, Numerical simulation of SHPB to measure the mechanical properties of aluminium foam material at high strain rate by using MAT 163 modified crushable foam, *AIP Conference Proceedings 1831*, 020057 (2017); doi: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4981198>.
4. S. Mihradi, A. N. Pratama, **T. Dirgantara** and A. I. Mahyuddin, Wear Testing of 4-Bar Linkage Prosthetic Knee, *Asian Conference on Experimental Mechanics*, Bali, Indonesia, August. 28-31, 2017. (submitted).
5. B. S. Lumbantobing, A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, S. Mihradi,

- Stability and Variability Analysis of Kinematic Gait Parameter of Trans-Femoral Prosthetic Users, *Asian Conference on Experimental Mechanics*, Bali, Indonesia, August. 28-31, 2017. (submitted)
6. B. S. Lumbantobing, R. K. Chandra, S. Mihradi, A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, Stress Analysis of a Six-Bar Linkage Prosthetic Knee, *Regional Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering*, Laos, 29-30 June, 2017.
  7. S. Wicaksono, Y. Ferdian, A. Miranda, S. Mihradi, **T. Dirgantara** and A. I. Mahyuddin, Dental Stress Analysis On Bruxism Patient With Hard Acrylic Splint, *XXVI Congress of the International Society of Biomechanics*, Brisbane, Australia, 23-27 July 2017.
  8. A. Jusuf, E. O. Kurniati, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, Effect of Strain Rate Consideration of Aluminum Foam to the Crash Behavior of Square Foam-Filled Column Structures, *The 10<sup>th</sup> International Conference on Fracture and Strength of Solids (FEOFS 2016)*, Tokyo University of Science, Jepang, August 28 – September 1, 2016.
  9. **T. Dirgantara**, I. I. Sibarani, I. S. Putra, B. Rahardjo, Boundary Element Probabilistic Multiple Site Damage Analysis For Aging Aircraft, *The 10<sup>th</sup> International Conference on Fracture and Strength of Solids (FEOFS 2016)*, Tokyo University of Science, Jepang, August 28 – September 1, 2016.
  10. S. Mihradi, H. Golfianto, A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, Head Injury Analysis of Vehicle Occupant in Frontal Crash Simulation: Study Case of ITB's Formula Sae Race Car, *The 3<sup>rd</sup> ASEAN Automobile Safety Forum*, Bandung, Indonesia, 20-22 September 2015.
  11. S. Mihradi, A. Raditya, B. S. Lumbantobing, **T. Dirgantara**, A. I. Mahyuddin, Synthesis of Four-Bar and Six-Bar Linkage Prosthetic Knee, *The 8<sup>th</sup> Asian-Pacific Conference on Biomechanics*, Hokkaido, Japan,

- September, 2015.
12. M. Renaldi A. Laksana, N. D. Anggraeni, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, A. I. Mahyuddin, Investigation of Gait Parameters of Subjects with Idiopathic Scoliosis, *The 8<sup>th</sup> Asian-Pacific Conference on Biomechanics*, Hokkaido, Japan, September, 2015.
  13. A. S. Budiaman, **T. Dirgantara**, A. Miranda, S. Mihradi, A. I. Mahyuddin, Numerical Analysis on Stress Distribution of Teeth and Periodontal Tissues due to Bruxism, *The 8<sup>th</sup> Asian-Pacific Conference on Biomechanics*, Hokkaido, Japan, September, 2015.
  14. D. Chandra, N. D. Anggraeni, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, A. I. Mahyuddin, Improvement of three-dimensional (3D) motion analyzer system for the development of Indonesian gait database, *International Symposium on Biomaterials, Biomechanics, and Biomedical Engineering*, Bali, February, 2015.
  15. S. S. Susanto, S. Wicaksono, A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, G. Subrata, S. Mihradi, A. S. Budiaman, Design of Root Canal Treatment for Dental Post Application on Maxillary Central Incisor, *The 4<sup>th</sup> International Conference on Instrumentations, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering*, Bandung, November 2015.
  16. A.S. Jaya, **T. Dirgantara**, I.S. Putra. Evaluation of The Effect of The Specimen Image Resolution On Non-Uniform Displacement Accuracy of 2D-Digital Image Correlation, *International Conference in Mechanical Engineering*, Johor Bahru Malaysia, 2015.
  17. E. Hamdi, **T. Dirgantara** and H. Setiawan, Finite Element Method Modelling and Analysis on Compressor Coupling Integrity Review, *ASME 2014 12<sup>th</sup> Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis*, Paper No. ESDA2014-20347, pp. V001T01A005;



doi:10.1115/ESDA2014-20347, Copenhagen, 2014.

18. V. T. Dat, **T. Dirgantara**, Sigit P. Santosa, A. Jusuf, I.S. Putra. The Effect of Initial Geometric Imperfection to the Crushing Force Characteristic of Multi-Corner Crash Box. *Proceeding of AUN/SEED-Net Regional Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering 2014* (RCMME-2014), Hanoi University of Science and Technology (HUST), Hanoi, Vietnam, October 9<sup>th</sup> – 10<sup>th</sup>, 2014.
19. Nguyen Quoc Hoa, **T. Dirgantara**, H. Syamsudin, I.S. Putra. Application of a Systematic Method to Design and Manufacture a Tensile Testing Machine. *Proceeding of AUN/SEED-Net Regional Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering 2014* (RCMME-2014), Hanoi University of Science and Technology (HUST), Hanoi, Vietnam, October 9<sup>th</sup> – 10<sup>th</sup>, 2014.
20. Nguyen Ba Dung, L. Iryani, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, I.S. Putra. Out-of-Plane Displacement Measurement by Using 3D-Digital Image Correlation for Combined Bending and Tension Experiments. *Proceeding of AUN/SEED-Net Regional Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering 2014* (RCMME-2014), Hanoi University of Science and Technology (HUST), Hanoi, Vietnam, October 9<sup>th</sup> – 10<sup>th</sup>, 2014.
21. L. Iryani, H. Setiawan, **T. Dirgantara**, I.S. Putra. Development of a Railway Track Displacement Monitoring by Using Digital Image Correlation Technique. *The 4th International Conference on Key Engineering Material*, Bali, Indonesia, March 22 – 23, 2014.
22. A. Sugiharto, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, N. D. Anggraeni, A.I. Mahyuddin. Investigation of Upper Body Motion of Subject with Spinal Abnormalities During Gait. *Proceedings The 7th AUN/SEED-Net Regional Conference in Mechanical and Manufacturing Engineering 2014*

(RCMME 2014), Hanoi, October 9-10, 2014.

23. A. Dimas, A. Jusuf, L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I. S. Putra. The Effects of Spot-weld Modeling to the Axial Crushing Characteristics of a Top Hat Crash Box. *Proceeding of The Annual South East Asian International Seminar (ASAIS) 2013*, State Polytechnic of Jakarta, Indonesia, December 12, 2013.
24. N. V. Trong, L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I.S. Putra. Finite Element Analysis of Arm-Hand Components of a Dropped Weight Impact Testing Machine. *Proceeding of AUN/SEED-Net Regional Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering* (RCMME) 2013, Kuala Lumpur, Malaysia, November 25 – 26, 2013.
25. N. C. Nghia, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I.S. Putra, L. H. Anh. Analytical Prediction of Square Crash Box Structure with Holes Due to Impact loading. *Proceeding of AUN/SEED-Net Regional Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering* (RCMME) 2013, Kuala Lumpur, Malaysia, November 25 – 26, 2013.
26. N. D. Anggraeni, Ferryanto, S. T. Atmojo, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, Gait Parameters Determination by 3D Motion Analyzer System for Initial Indonesian Gait Database, *AUN/SEED-Net Regional Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering* (RCMME 2013), 25 -26 November 2013, p. 315-325., Kuala Lumpur, 2013.
27. S. Mihradi, A.I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, F. C. Adi, Analysis Of Pedestrian Head Injuries In Car Collisions: Parametric Study of Vehicle Speed, Body Anthropometry, and Pop-Up Bonnet, *AUN/SEED-Net Regional Conference on Mechanical and Manufacturing Engineering* (RCMME 2013), 25-26 November 2013., Kualalumpur 2013.

28. **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I.S. Putra, S. A. Sitompul, A. Jusuf, Analysis of Square Crash Box Structure With Hole Due To Impact Loading. *Proceeding of the 5th Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology (RCMeAe)*, Bangkok, Thailand, February 12 – 13, 2013.
29. Ferryanto, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, A. I. Mahyuddin, Camera Calibration Technique Improvement for 3D Optical Gait Analyzer System, *International Conference on Advances in Mechanical Engineering*, Malaka, Malaysia, August, 2013.
30. S. Mihradi, **T. Dirgantara**, R. Pratama, A. I. Mahyuddin, Design of a Six-Component Load-Cell for Single Pedestal Force Platform to Measure GRF in Gait Analysis, *The 5th AUN/SEED-Net RC MeAe*, Bangkok, Thailand, February, 2013.
31. L. Iryani, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, I. S. Putra, The Measurement of Out-of-Plane Displacement by Using 3D-DIC Technique in Cracked Structure, *The 9th International Conference on Fracture and Strength of Solids, Proceeding FEOFS (The Far East Oceanic Fracture Society)*, June 9 – 13, 2013, Jeju Island, South Korea, 2013.
32. L. T. Loc, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, L. H. Anh, Determination of Strain and Stress Fields in Buckling Experiment by using 3D-DIC, *The 9th International Conference on Fracture and Strength of Solids*, Proceeding FEOFS (The Far East Oceanic Fracture Society), June 9 – 13, 2013, Jeju Island, South Korea, 2013.
33. P.V. Tran, I.S. Putra, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, An Experimental Method for Evaluating The Accuracy of Camera Calibration Toolbox Developed by Bouguet, *The 4th AUN/SEED-Net Regional Conference in Mechanical and Aerospace Technology*, Ho Chi Minh, Vietnam, January 10-11, 2012. ISBN 978-604-73-0701-2. p. 416-422., Ho Chi Minh City,

- Vie, 2012.
34. T.H. Dao, I.S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, S. Darwis, Smoothing Displacement Noisy Data Using Penalized Least Squares Method, *The 4th AUN/SEED-Net Regional Conference in Mechanical and Aerospace Technology*, Ho Chi Minh, Vietnam, January 10-11, 2012. ISBN 978-604-73-0701-2. p. 378-382., Ho Chi Minh City, Vie, 2012.
35. A.I. Mahyuddin, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, M. Moeliono, T. Prabowo, P. N. Maulido, Development of Indonesian Gait Database using 2D Optical Motion Analyzer System, *The 4th AUN/SEED-Net Regional Conference in Mechanical and Aerospace Technology*, Ho Chi Minh, Vietnam, January 10-11, 2012. ISBN 978-604-73-0701-2. p. 232-239., Ho Chi Minh City, Vie, 2012.
36. L. Gunawan, S. A. Sitompul, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Dynamic Simulations of a Split Hopkinson Pressure Bar, *The 4th AUN/SEED-Net RC MeAe 2012*, 10-11 Januari 2012., Ho Chi Minh City, Vie, 2012.
37. S. Mihradi, Ferryanto, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, Development of an Optical Motion-Capture System for 3D Gait Analysis, *Proceedings International Conference on Instrumentation, Communication, Information Technology and Biomedical Engineering 2011*, Intitut Teknologi Bandung, 8-9 November, p. 391-394., Bandung, INA, 2011.
38. S. Mihradi, A. I. Hendra, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, 3D Kinematics of Human Walking Based on Segment Orientation, *Proceedings International Conference on Instrumentation, Communication, Information Technology and Biomedical Engineering 2011*, Intitut Teknologi Bandung, 8-9 November, p. 386-390., Bandung, INA, 2011.
39. L. Iryani, M.R. Simbolon, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, I.S. Putra, Effect of DIC Parameters to the Stress Intensity Factor for Mixed Mode In-Plane Fracture Mechanics Problem, *Proceedings of The International Conference*

on *Experimental Mechanics* (ICEM), 29 Nov - 1 Des, Kuala Lumpur, 2010.

40. A. I. Mahyuddin, S. Mihradi, **T. Dirgantara** and P. N. Maulido, Gait Parameters Determination by 2D Optical Motion Analyzer System, *5th International Conference on Experimental Mechanics*, Malaysia, November 2010.
41. S. Mihradi, I.S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, L. X. Truong, A Hybrid Numerical-Experimental Method for Determination of Dynamic Fracture Properties of Material, *The Fourth International Conference on Experimental Mechanics*, Proc. of SPIE Vol. 7522 75224G. 26 Maret 2010. ISBN 9780819479129., SIN, 2010.
42. H.Setiawan, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, T.R. Mengko, Performance Identification of an Affordable 3D Reconstruction System Based on Simulated CT for Various Geometries and Materials, *Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology*, hal. 420-1 - 420-8, Feruary 9-10, Bali, INA, 2010.
43. L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, V.C. Thanh, Development of Load Cell for Low Velocity Axial Impact Tests, *Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology*, Feruary 9-10, Bali, INA, 2010.
44. S.S. Hendradjaja, L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Numerical Parametric Study for Prismatic Columns Subjected to Low Velocity Impact Loading, *Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology*, Feruary 9-10,, Bali, INA, 2010.
45. A.I. Mahyuddin, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, Sukmajaya, N. Juliyad, U.M.Purba, Development of an Affordable System for 2D Kinematics and Dynamics Analysis of Human Gait, *4th International Conference on Experimental Mechanics 2009* (ICEM 2009), 18-20 Nov, Singapore, SIN, 2009.

46. A.I. Mahyuddin, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, N. Juliyad, U. M. Purba, On The Development of an Integrated System for 2D Gait Analysis, *International Conference on Advances in Mechanical Engineering*, 24-25 June, Shah Alam, May, 2009.
47. A.S. Jaya, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, S. Mihradi, Robust Algorithms of Marker Image Processing in Automatic Human Gait Analysis, *Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology* (RC-MeAe), 9-10 Feb, Bali, INA, 2010.
48. N. Juliyad, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, 2D Observational Optical Motion System for Analysis of Human Gait, *Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology* (RC-MeAe), 9-10 Feb, Bali, INA, 2010.
49. U.M.Purba, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, An Inverse Dynamics for Human Walking Based on Measured Positions Data of Human Body Segments, *Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology* (RC-MeAe), 9-10 Feb, Bali, INA, 2010.
50. H. Judawisastra, T. Santosa, **T. Dirgantara**, Influence of Dimension and Surface Morphology to The Peel Strength of Al Plate - Al Foam Sandwich, *Proceeding International Conference on Materials and Metallurgical Technology* (ICOMMET 2009), June 24-25, Surabaya, INA, 2009.
51. A. I. Mahyuddin, S. Mihradi, N. Juliyad, U. Purba, and **T. Dirgantara**, On The Development of an Integrated System for 2D Gait Analysis, *International Conference on Advances in Mechanical Engineering*, Malaysia, June 2009.
52. I.S. Putra, **T. Dirgantara**, S.Mihradi, L. X. Truong, Determination of Dynamic Fracture Toughness by a Hybrid Numerical – Experimental Method, *International Conference on Advances in Mechanical Engineering*,

Malaysia, June 2009.

53. H. Judawisastra, T.Santosa, **T. Dirgantara**, Characterization of Aluminium Foam Structure by Means of Simple 2D Image Analysis, *AUN/Seed-Net 10 Field Wise Seminar*, 5-6 June, Penang, May, 2007.
54. T. Mengko, A.B. Suksmono, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, D.M. Sari, D. Danudirdjo, H Setiawan, On Development of Image Processing Algorithm of Simulated CT for Object 3D Reconstruction, *The International Conference on Biomedical Engineering 2007*, Kampus UI Depok, November 2007.
55. **T. Dirgantara**, I. S. Putra, D. Maherdianta, 3D Reconstruction of Aircraft Wing Box Surfaces Using Digital Photogrammetri, *The 3rd Int'l Conference on Product Design & Development 2007*, UGM, Yogyakarta, Dec 2007.
56. **T. Dirgantara**, T Mengko, A.B. Suksmono, I. S Putra, H. Setiawan, On Development of Simulated CT Apparatus for 3D Reconstruction of Industrial Component, *The 3rd Int'l Conference on Product Design & Development 2007*, UGM, Yogyakarta, Dec 2007.
57. I. S. Putra, **T. Dirgantara**, L. H. Anh, H. Homma, K. Kishimoto, Top hat and Double Hat Thin Walled Section Under Impact Loading, *International Conference on Fracture and Strength of Solids*, FEOFS, Urumqi, China, August 2007.
58. L. H. Anh, I. S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, H. Homma, K. Kishimoto, Study of the Behavior of Thin-Walled Prismatic Columns Subjected to Low Velocity Axial Impact Load, *NAE 2007*, Padang 18-19 May 2007.
59. N. T.Nam, I. S.Putra, **T. Dirgantara**, D.Widagdo, H. Homma, K. Kishimoto, Nonlinear Finite Element Method for Buckling and Post-

Buckling of Aluminum Foam Sandwich Plates, *NAE 2007*, Padang 18-19 May 2007.

60. L. X.Truong,, I. S.Putra, **T. Dirgantara**, D.Widagdo, H.Homma, K.Kishimoto, D. H.Saputro, Semi-empirical Dynamic Stress Intensity Factor Calculation of PMMA using Node-Based FEM, *NAE 2007*, Padang 18-19 May 2007.
61. **T. Dirgantara**, I. S. Putra, A Yani, A Tohamuslim, 3D Digital Reconstruction of Bones from 2D CT-Scan Images, *BME Days 2006, International Conference on Biomedical Engineering*, ITB, November 2006.
62. I. S. Putra, **T Dirgantara**, L. R. Zuhail and A. Yani, On Development of Displacement Field Measurement Technique Based on Digital Image Correlation, *Conference on Computational Mechanics & Numerical Analysis (CMNA) 2006* Banda Aceh, 12-14 May 2006.
63. F. Adziman, **T. Dirgantara**, H. Inoue, K. Kishimoto, T. Hashimura, The Effects of Inhomogeneity on the Buckling Behavior of Metal Foams, *Porous Metals and Metal Foaming Technology* (H. Nakajima and N. Kanetake eds), Japan Institute of Metals, (to be published February 2006).
64. J.Purbolaksono, **T. Dirgantara**, M.H. Aliabadi, Nonlinear Analysis of Cracked Plate, FEOFS 2005, *The 6th International Conference on Fracture and Strength of Solids*, FEOFS, Bali April 4-6 2005.
65. **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Firmansyah, M. Mora, Experimental and Numerical Buckling Analysis of Cylindrical Shells Having Circumferential Crack, FEOFS 2005, *The 6th International Conference on Fracture and Strength of Solids*, Bali April 4-6 2005.
66. **T. Dirgantara**, I.S. Putra, A.A. Sucipto, A. Jusuf, Experimental and Numerical Buckling Analysis of Shells Having a Longitudinal Crack,



FEOFS 2005, *The 6th International Conference on Fracture and Strength of Solids*, Bali April 4-6 2005.

67. **T. Dirgantara** and M. H. Aliabadi, Fracture Mechanics Analysis of Plate and Shell Using Boundary Element Method, *M&M JSME Shinshu Spring Symposium*, March 14, 2005.
68. **T. Dirgantara**, I. S. Putra, A. Yani, A. Tohamuslim, 3D Reconstruction of Bones Using CT-Scan, *Joint Meeting of the 3rd Congress of ARMA, the 6th Congress and the 3rd Scientific Annual Meeting of Indonesian Physical Medicine and Rehabilitation Association*, Bali 8-11 September 2004.
69. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Non Linear Boundary Element Analysis of Stiffened Shells, *ITB –TUT Teleconference Supported by: AUNSEED–Net, Jakarta-Toyohashi, 25th February 2004*.
70. J. Purbolaksono, **T. Dirgantara**, I.S.Putra, M.H. Aliabadi., Buckling analysis of a plate with an eccentric hole, *Proceeding of Regional Conference on Aeronautical Science, Technology and Industry (RC-ASTI)*, Bandung, 2004.
71. **T. Dirgantara**, I.S.Putra, Rosihan, B. P. S. Sunaryo., Experimental buckling Analysis of Plates Containing Crack, *Proceeding of Regional Conference on Aeronautical Science, Technology and Industry (RC-ASTI)*, Bandung, 2004, p 339-348.
72. **T. Dirgantara**, M. H. Aliabadi, and I.S. Putra, Damage Tolerance Analysis of Multiple Cracks Starting from holes in a plate loaded by bending and tension, FEOFS 2003, Sendai, Japan, in *Advances in Fracture and Failure Prevention*, 231-238, 2004.
73. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Geometrically Non Linear Analysis of Stiffened Shells Using Boundary Element Method, *Boundary Element Techniques 2003*, Granada, Spain, 2003.

74. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Non-Linear Fracture Mechanics Analysis of Fuselage Panels using BEM, *Fracture and Damage Mechanics 2003*, Paderborn, Germany, 2003.
75. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Boundary Element Analysis Of Stiffened Shells, *Proceedings of the Third International Conference on BeTeQ*, Sept. 10-12, 2002, Beijing, China, 2002.
76. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Crack Growth Simulation of Shallow Shells using Dual Boundary Element Method, in *Advances in Boundary Element Techniques II*, M. Denda, M.H. Aliabadi and A. Charafi (Eds.), Hoggar, Geneva, 349-357, 2001.
77. **T. Dirgantara** and M.H. Aliabadi, Damage Tolerance Analysis of Multiple Site Damage Problem of a Plate Loaded by Bending and Tension, in *Advances in Fracture and Damage Mechanics II*, M. Guagliano and M. H. Aliabadi (Eds.), Hoggar, Geneva, 457-463, 2001.
78. **T. Dirgantara**, M.H. Aliabadi, Shear deformable shallow shells analysis using boundary element method, in *Second UK Conference on Boundary Integral Methods*, L. C. Wrobel and S. N. Chandler-Wilde (eds.), Brunell University, UK, 62-72, September 1999.
79. **T. Dirgantara**, M.H. Aliabadi, Fatigue crack growth simulation of plate bending and tension, in *Fracture and Damage Mechanics*, M. H. Aliabadi (ed.), Queen Mary and Westfield College, University Of London, UK, 91-100, July 1999.
80. **T. Dirgantara**, M.H. Aliabadi, Dual Boundary Element Analysis of The Crack Propagation of Plate Bending and Tension, in *Boundary Element Techniques*, M. H. Aliabadi (ed.), Queen Mary and Westfield College, University Of London, UK, 87-96, July 1999.
81. I. S. Putra, J. Purbolaksono, **T. Dirgantara**, Stress Intensity Factor of



Multiple Cracks Emanating From Open Holes, *The HEDS Seminar on Science and Technology'96*, Medan, Indonesia, 14–16 November 1996.

82. **T. Dirgantara**, The Application of Boundary Element Method to Fracture Mechanic Problems, *The 8th Conference of Indonesian Aerospace Students Association*, Indonesia, 1996.
83. S. Soemantri Brodjonegoro and **T. Dirgantara**, Prototyping and Development of Actively Controlled Air Spring, *International Conference of Experimental and Theoretical Mechanics*, Bandung, Indonesia, December 1993.

**f. Prosiding Konferensi Nasional**

1. N. D. Anggraeni, **T. Dirgantara**, A. I. Mahyuddin, S. Mihradi, Analisis Parameter Spatio-Temporal Gerak Berjalan Orang Indonesia, *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, Banjarmasin, 7-8 Oktober 2015.
2. S. Mihradi, W. L. Buana, **T. Dirgantara**, A. I. Mahyuddin, Pengembangan Model Benda Jamak 7 Batang untuk Analisis Kinematik dan Kinetik Gerak Berjalan Manusia, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII)*, Depok, 15-16 Oktober 2014.
3. L. Iryani, L. T. Loc, S. Mihradi, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, Pengukuran Medan Perpindahan Keluar Bidang dengan Teknik Korelasi Citra Digital (KCD) 3D pada Pengujian Beban Tekuk, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII)*, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, hal. 1-5., Bandar Lampung, INA, 2013.
4. S. Mihradi, A. I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, Robby, Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Perangkat Kalibrasi Load Cell Enam

Komponen, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII)*, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, hal. 1-8., Bandar Lampung, INA, 2013.

5. A. Jusuf, S. Siahaan, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I. S. Putra, Pengaruh Pengisian Aluminum Foam Terhadap Karakteristik Tumbukan Aksial Tabung Segi Empat, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, UGM, Yogyakarta, 16-17 Oktober 2012, ISSN 2302-4542, hal. 1878-1883., Yogyakarta, INA, 2012.
6. S. A. Sitompul, R. Fitriansyah, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I. S. Putra, Studi Parametrik Kasus Tumbukan Kecepatan Rendah pada Tabung Berpenampang Bujursangkar Berlubang Menggunakan Metode Elemen Hingga, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, UGM, Yogyakarta, 16-17 Oktober 2012, ISSN 2302-4542, hal. 1884-1888., Yogyakarta, INA, 2012.
7. A. S. Jaya, L. Iryani, **T. Dirgantara**, I. S. Putra, Evaluation of sub-pixel accuracy characteristics on Digital Image Correlation, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, UGM, Yogyakarta, 16-17 Oktober 2012, ISSN 2302-4542, hal. 1894-1901., Yogyakarta, INA, 2012.
8. L. T. Loc, A. S. Jaya, L. Iryani, I. S. Putra, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, L. H. Anh, The measurement of out-of-plane displacement by using 3D-DIC technique in buckling experiment, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, UGM, Yogyakarta, 16-17 Oktober 2012, ISSN 2302-4542, hal. 1902-1906., Yogyakarta, INA, 2012.
9. L. Iryani, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, I. S. Putra, Pengaruh Parameter DIC Terhadap Faktor Intensitas Tegangan Modus Gabungan I dan II Pada Spesimen Three Point Bend, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan*

*Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, UGM, Yogyakarta, 16-17 Oktober 2012, ISSN 2302-4542, hal. 1907-1912., Yogyakarta, INA, 2012.

10. S. Mihradi, R. Kurniasari, **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, Pengembangan Sistem Optik Pengamat Gerak Berjalan 2D dari Dua Sisi Bidang Sagittal, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, UGM, Yogyakarta, 16-17 Oktober 2012, ISSN 2302-4542, hal. 2172-2176., Yogyakarta, INA, 2012.
11. **T. Dirgantara**, A.I. Mahyuddin, S. Mihradi, D. P. Kristianto, Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Force Plate untuk Pengukuran Ground Reaction Force Pada Analisis Gerak Berjalan Manusia, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV*, UGM, Yogyakarta, 16-17 Oktober 2012, ISSN 2302-4542, hal. 2195-2199., Yogyakarta, INA, 2012.
12. A. Faolina, **T. Dirgantara**, G. Subrata, Rekonstruksi Geometri 3D dan Analisis Tegangan akibat Gaya Statik pada Gigi Premolar dalam mendukung Teori Penyebab Abfraksi, *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X*, Malang, 2-3 November 2011, ISBN 978-602-19028-0-6, hal. 1132-1140., Malang, INA, 2011.
13. Y. Iferisanto, **T. Dirgantara**, D. Widagdo, S. Mihradi, I.S. Putra, Analisis Numerik Faktor Intensitas Tegangan pada Kasus Retak Tengah Tembus Miring Menggunakan Teknik J-Integral, *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X*, 2 – 3 November 2011, ISBN 978-602-19028-0-6, p.713-720., Malang, INA, 2011.
14. I. Sutowo, D. Widagdo, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, I.S. Putra, Analisis Numerik Faktor Intensitas Tegangan pada Kasus Retak Modus Campuran Dengan Teknik Pengatupan Retak Maya Yang Dimodifikasi, *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X*, 2 – 3 November 2011, ISBN 978-602-19028-0-6, p.721-728., Malang, INA,

2011.

15. N. Adrian, L. Gunawan, **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Perancangan Awal Alat Uji Split Hopkinson Pressure Bar Untuk Mengukur Sifat Mekanik Material Pada Laju Regangan Tinggi, *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X*, 2 – 3 November 2011, ISBN 978-602-19028-0-6, p.794-802., Malang, INA, 2011.
16. S. A. Sitompul, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I.S. Putra, Kaji Numerik dan Eksperimen Tumbukan Kuasi-Statik pada Tabung Silinder Polyvinyl Chloride, *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X*, 2 – 3 November 2011, ISBN 978-602-19028-0-6, p.803-809., Malang, INA, 2011.
17. S. Mihradi, A.I. Mahyuddin, **T. Dirgantara**, A. W. Suwirya, Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Load cell 3-Axis untuk Pengukuran Ground reaction Force pada Force Platform, *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X*, 2-3 November 2011.
18. I. Sutowo, D. Widagdo, **T. Dirgantara**, S. Mihradi, I. S. Putra, Analisis Numerik Faktor Intensitas Tegangan pada Kasus Retak Modus Campuran Dengan Teknik Pengatupan Retak Maya Yang Dimodifikasi, *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X*, 2-3 November 2011.
19. N. Arindah, **T. Dirgantara**, L. Gunawan, I.S. Putra, Analisa Impak Kecepatan Rendah pada Tabung PVC Menggunakan Metode Elemen Hingga, *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9*, hal. MIII-257 - MII-264,, ISBN : 978-602-97742-0-713-15 Oktober 2010, Palembang, INA, 2010.
20. **T. Dirgantara**, I.S. Putra, A Yani, Rekonstruksi Model Solid 3-D Komponen Industri Menggunakan CT-Scan Untuk Keperluan Rekayasa Balik, *Seminar Nasional Product Design and Development*,

Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2005.

21. **T. Dirgantara**, I.S. Putra, Pengujian Crack Tip Opening Displacement Pipa Grade P110 pada Temperatur Rendah, *Engineering Materials Seminar and Exhibition 2004*, Bandung 15-16 September 2004.
22. S. S. Brodjonegoro and **T. Dirgantara**, Pengembangan Prototipe Pegas Udara, *Seminar Hasil Penelitian Perguruan Tinggi 1992-1993*, January 1994.

#### g. Komunikasi Singkat/ Populer

1. **T. Dirgantara**, M.H. Aliabadi, Boundary element method for analysis of shallow shells, in *Association for Computational Mechanics in Engineering, The 7th. Annual Conference*, P. Bettles, (Ed.), University of Durham, UK, Spring 1999.
2. **T. Dirgantara**, Pegas udara untuk kereta api kecepatan tinggi, artikel di harian KOMPAS, 17 April 1994.

#### h. Membimbing Tugas Sarjana, Tesis Master dan Disertasi Doktor

1. Le Xuan Truong (2009) *Development of Hybrid Numerical-Experimental Method for Dynamic Fracture Problems*, Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung, Promotor: Prof. Ichsan Setya Putra, **Dr. Tatacipta Dirgantara**, Dr. Djarot Widagdo.
2. Hery Setiawan (2011) *Pengembangan Simulated CT-Scan Untuk Rekonstruksi Geometri Komponen Industri*, Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung, Promotor: Prof. Ichsan Setya Putra, **Dr. Tatacipta Dirgantara**, Prof Tati Latifah Rajab Mengko.
3. Mufid Djoko Purwanto (2011) *Rekonstruksi Geometri Produk Manufaktur Dari Data Unstructured Point Cloud Menggunakan Vektor Normal Untuk Identifikasi Edge Line*, Disertasi Doktor, Institut

Teknologi Bandung, Promotor: Prof. Indra Nurhadi, Prof. Yatna Yuwana Martawirya, **Dr. Tatacipta Dirgantara**.

4. Annisa Jusuf (2012) *Crashworthiness Analysis of Multi-Cells and Double-Walled Foam Filled Prismatic Structures Under Axial Loading*, Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung, Promotor: Prof. Ichsan Setya Putra, **Dr. Tatacipta Dirgantara**, Dr. Leonardo Gunawan.
5. Lenny Iryani (2015) *Penentuan Faktor Intensitas Tegangan Mode III Menggunakan Teknik Korelasi Citra Digital*, Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung, Promotor: Prof. Ichsan Setya Putra, **Dr. Tatacipta Dirgantara**, Dr. Sandro Miharadi.
6. Sutarno (2015) *Pengaruh kalsia alumina ( $\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$ ) pada busa aluminium AL-7000 dengan agen pembusa kalsiumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ )*, Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung, Promotor: Prof. Syoni Soepriyanto, Dr. Ahmad A. Korda, **Dr. Tatacipta Dirgantara**.

Menjadi Pembimbing utama atau Pembimbing Pendamping untuk lebih dari 55 Tesis Magister dan 100 Tugas Sarjana.

#### VII. PENGHARGAAN

- Dosen Berprestasi dalam bidang Karya Inovasi, Institut Teknologi Bandung, 2016.
- Dosen Berprestasi dalam bidang Penelitian, Institut Teknologi Bandung, 2015.
- Dosen Berprestasi tingkat Fakultas dalam bidang Pengajaran, Institut Teknologi Bandung, 2012.
- Lulusan terbaik kedua, Wisuda Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, 23 Oktober 1993.

## VIII. SERTIFIKASI

- Sertifikasi Insinyur Profesional Madya, 2017, Persatuan Insinyur Indonesia.
- Sertifikasi Dosen, 2010. Kementerian Pendidikan Nasional.