

Analisis Perbandingan Kekuatan Pada Gas Cylinder Kursi Dengan Menerapkan Thin Walled Bionic-Bamboo Menggunakan Finite Element Method

1st Lativ Hawari

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

lativhwr@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ayudita Oktafiani

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ayuditaoktafiani@telkomuniversity.ac.id

3rd Haris Rachmat

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

harisrachmat@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Dalam era modern, kenyamanan menjadi prioritas, terutama dalam aktivitas yang melibatkan durasi duduk yang lama seperti bermain video game. Gas cylinder merupakan komponen penting pada kursi gaming yang dipengaruhi oleh beban dan material yang digunakan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbandingan kekuatan gas cylinder kursi gaming dengan menerapkan struktur bambu bionik ber dinding tipis menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM). Simulasi FEM digunakan untuk memahami efek dari berbagai material, seperti stainless steel, aluminium alloy, dan plastik ABS, serta variasi diameter nodus pada struktur bambu bionik. Beban sebesar 1500 N digunakan untuk mewakili berat rata-rata pengguna kursi gaming. Metode Grey Relational Analysis (GRA) digunakan untuk mengevaluasi kinerja berbagai desain berdasarkan deformasi dan tegangan yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur bambu bionik dengan nodus heksagonal berdiameter 2 mm (BSS2-2) memiliki performa terbaik dengan deformasi dan tegangan lebih rendah dibandingkan desain silinder gas eksisting. Grey Relational Grade dari BSS2-2 mencapai 0.9997, sementara desain eksisting memiliki nilai 0.9620. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan struktur bambu bionik ber dinding tipis dapat secara signifikan meningkatkan kekuatan dan ketahanan gas cylinder pada kursi gami

Kata kunci— FEM, GRA, THIN-WALLED BIONIC BAMBOO, Cylinder Gas, Deformasi, Tegangan.

I. PENDAHULUAN

Video game telah mendapatkan reputasi selama bertahun-tahun sebagai perkembangan kemajuan teknologi. Melalui perbedaan peningkatan dan pengoptimalan, setiap

game dapat menghadirkan tingkat hiburan yang baru. Industri game juga merupakan industri besar yang didasarkan pada kreativitas dan penggunaan media serta teknologi terkini. Menurut Entertainment Software Association (ESA) pada tahun 2021 lebih dari 227 juta orang Amerika bermain video game dan 75% rumah tangga di Amerika Serikat memiliki setidaknya satu orang yang bermain game dan memiliki perangkat game di rumah mereka. Dengan ini, telah terjadi peningkatan pemain esports profesional dan pemain kasual, dengan beberapa memilih untuk bermain di konsol game. Namun terlepas dari apakah seseorang bermain untuk olahraga atau untuk hiburan, tujuan saat bermain game biasanya tetap ada sama: untuk menang. Tentunya, kemenangan dalam dunia game tak hanya ditentukan oleh refleks cepat dan strategi cerdas, namun juga kenyamanan selama bermain. Setiap pemain membutuhkan posisi yang nyaman disaat mereka sedang bermain game, oleh karena itu mereka membutuhkan beberapa aksesoris seperti kursi gaming yang dapat menunjang performa juga menjaga postur tubuh mereka saat bermain game. Setiap pemain membutuhkan posisi yang nyaman disaat mereka sedang bermain game, oleh karena itu mereka membutuhkan beberapa aksesoris seperti salah satunya adalah kursi gaming yang dapat menunjang performa juga menjaga postur tubuh mereka saat bermain game.

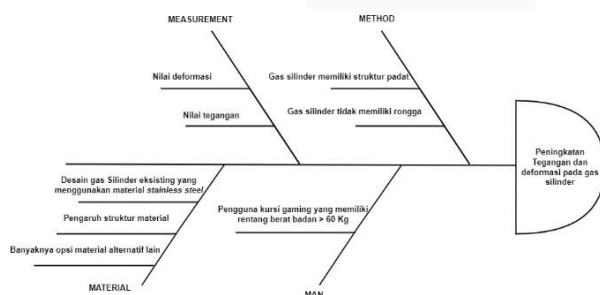
Berdasarkan definisi dari Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kursi adalah suatu perabotan yang memiliki kaki dan sandaran sebagai tempat duduk. Kursi merupakan bagian dari perabotan interior yang berfungsi sebagai tempat duduk. Selain berperan sebagai tempat duduk, kursi juga memiliki aspek nilai estetika yang dapat memengaruhi atmosfer suatu ruangan dan mencerminkan status sosial penggunanya. Kursi juga harus memperhatikan aspek keamanan dan kenyamanan agar dapat dikatakan sebagai produk yang baik.

Menurut sebuah artikel oleh (Smith, 2018), kursi gaming adalah kemajuan modern dalam dunia gaming yang memungkinkan para pemain atau gamer untuk mencegah

berbagai cedera dan juga meningkatkan kinerja mereka. Ini terutama karena kenyamanan luar biasa yang ditawarkan oleh kursi gaming kepada penggunanya, yang memungkinkan mereka untuk mengadopsi postur yang benar saat menggunakannya. Kemampuan penyesuaian unik dari kursi gaming memastikan bahwa tubuh aman dan nyaman. Ketika pikiran dan tubuh bebas dari tekanan berlebih, tubuh menjadi rileks dan berada dalam posisi alaminya, memungkinkan para gamer untuk meningkatkan kinerja mereka dan mencapai hasil yang baik. Oleh karena itu, kursi gaming dirancang khusus untuk membantu tubuh berfungsi secara alami saat seseorang bermain. Sebagai hasilnya, pemain dapat meningkatkan kinerjanya.

Dalam menunjang kenyamanan pemain untuk bermain, ketahanan kursi merupakan salah satu aspek penting untuk dipertimbangkan. Adapun pada kursi gaming, ketahanan ini ditopang oleh gas cylinder atau tabung gas silindris yang memiliki kemampuan dalam penyesuaian ketinggian kursi yang dapat memberikan pemain kesesuaian postur yang optimal dan mengeliminasi banyak potensi ketidaknyamanan dalam bermain. Singkatnya, gas cylinder ini bertanggung jawab dalam meningkatkan kenyamanan ergonomis pemain [1]. Gas silinder adalah salah satu komponen penting yang berkontribusi pada keseluruhan pengalaman pengguna kursi gaming. Sehingga, dengan meningkatkan kualitas dan fitur gas silinder, produsen dapat menciptakan kursi gaming yang tidak hanya nyaman, tetapi juga lebih tahan lama untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang semakin beragam dalam menunjang performa dan kesehatan pengguna.

Mengingat peningkatan penggunaan kursi gaming dan kebutuhan akan produk yang lebih ringan namun kuat, penggunaan struktur thin-walled bionic bamboo dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan durabilitas dan efisiensi material pada gas cylinder. Ini bisa mengurangi risiko kegagalan komponen di bawah beban tinggi, yang merupakan masalah umum dalam kursi gaming yang kurang optimal dalam desain dan material.



Penelitian ini berfokus pada pengaruh material dan beban seseorang pada komponen kursi gaming gas cylinder dengan menerapkan thin walled bionic bamboo menggunakan metode Finite Element Method. Penelitian ini bertujuan untuk merancang gas cylinder dari kursi gaming dengan mempertimbangkan stress analyze dan material yang digunakan dalam pembuatan komponen kursi tersebut dan proses simulasi akan menggunakan software ANSYS. Penelitian ini akan menghasilkan Finite Element Analyze (FEA) menggunakan *Finite Element Method* (FEM) yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar beban yang sanggup ditahan oleh gas cylinder. Hasil analisis yang telah didapatkan akan menentukan apakah terjadi deformasi,

berapa tingkatan safety factor yang didapatkan, nilai specific energy absorption untuk menentukan seberapa besar energi yang diterima oleh gas cylinder saat diberi beban berbeda dan material yang berbeda.

II. KAJIAN TEORI

A. Thin-Walled Structure

Thin-walled structures secara harfiah berarti struktur berbanding tipis yang merujuk pada konstruksi atau objek yang memiliki dinding atau batas dengan ketebalan relatif kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain. Istilah "berdinding tipis" menyiratkan bahwa dinding atau batas struktur tersebut tipis dibandingkan dengan ukuran dan bentuk keseluruhan objeknya. Sebagai kelas perangkat penyerap energi yang efektif, struktur berdinding tipis telah banyak digunakan dalam rekayasa kendaraan karena kapasitas penyerapan energi dan fitur ringannya yang sangat baik [2].

B. Bionic Structure

Bionik atau biomimikri bisa juga disebut emulasi atau imitasi alam dalam berbagai bentuk, sistem, dan prosesnya untuk menyelesaikan tantangan terbesar yang dihadapi oleh dunia kita saat ini. Metode biomimikri sejauh ini terbukti mengoptimalkan keberlanjutan dan efisiensi terutama dalam bidang desain dan konstruksi. Namun, pendekatan yang semakin prominent ini juga telah menghasilkan perkembangan dalam bidang lain yang beragam seperti aerodinamika, navigasi robotik, kedokteran, desain pakaian, dan deteksi polusi air.

C. Bamboo Structure

Banyak jenis tanaman seperti bambu, buluh, jerami, eceng gondok, dan rumput ekor kuda memiliki rasio kekurusan yang tinggi, tetapi mampu menahan beban lingkungan yang berat seperti gravitasi, angin, dan tekanan salju secara efektif, berkat pertumbuhan struktur tabung berongga yang canggih. Beberapa struktur bionik, seperti pylon, balok lintang pusat, dan lengan robotik, telah diusulkan saat ini dengan inspirasi dan referensi terhadap berbagai karakteristik struktural tanaman (Milwich et al., 2006). Diantara tanaman-tanaman ini, bambu telah menarik perhatian lebih banyak dari para peneliti karena struktur biologis yang unik dan sifat mekanik yang luar biasa. Ditemukan bahwa kekuatan spesifik bambu berumur 1 tahun (*Phyllostachys pubescens*) adalah 1,85 kali lebih tinggi dibandingkan dengan paduan aluminum 2A12, karena fitur ringannya yang luar biasa. Selain itu, bentuk silinder berongga dari batang bambu dan simpul bambu yang terdistribusi relatif merata memberikan stabilitas struktural yang superior pada bambu [3].

D. Finite Element Method (FEM)

Dalam metode elemen hingga, wilayah solusi dipecah menjadi subwilayah kecil yang saling terkait yang disebut elemen. Sebagai contoh, untuk merepresentasikan bentuk geometris yang kompleks, seperti struktur mesin frais pada metode elemen hingga digunakan. Karena mencari respons tepat, seperti tegangan dan perpindahan, dari struktur ini dalam kondisi pemotongan yang ditentukan sangat sulit, pendekatan dilakukan dengan membagi struktur menjadi beberapa bagian, dalam metode elemen hingga. Pada setiap

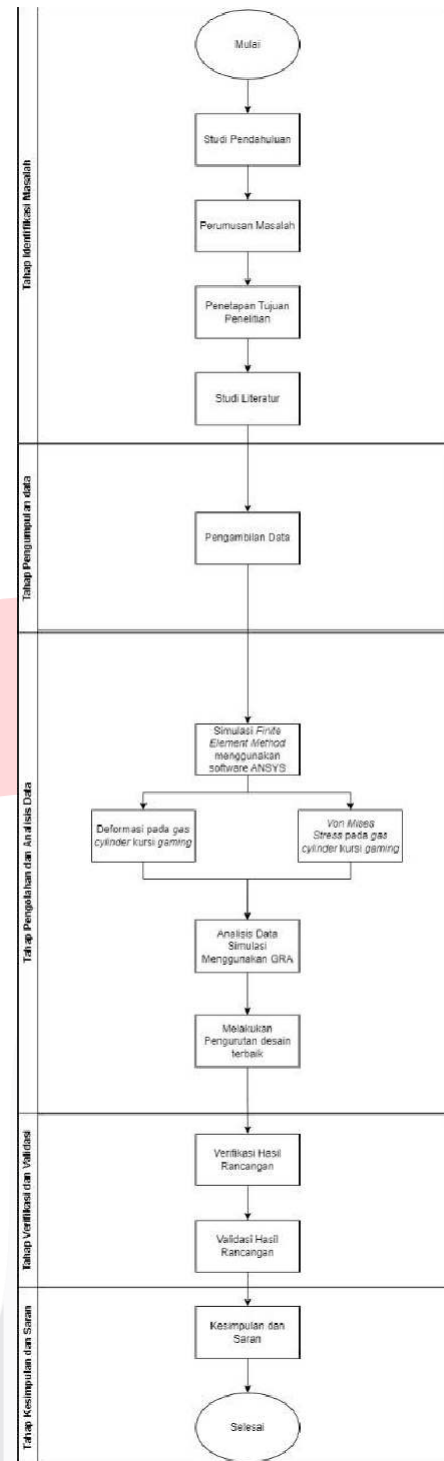
bagian atau elemen, diasumsikan solusi perkiraan yang sesuai, dan kondisi keseimbangan keseluruhan struktur diturunkan. Pemenuhan kondisi-kondisi ini menghasilkan solusi perkiraan untuk perpindahan dan tegangan. Gambar 1.2 menunjukkan idealisasi elemen hingga dari sebuah pesawat tempur [4].

E. *Gray Relational Analysis*

Pada tahun 1982, Deng mengembangkan teori Sistem Grey, yang berfokus pada pengambilan keputusan dengan informasi yang sebagian diketahui dan sebagian tidak diketahui. Informasi yang berada di antara informasi yang diketahui dan yang tidak diketahui disebut sebagai informasi abu-abu. Teori Sistem Grey diterapkan pada masalah kompleks yang melibatkan data yang rumit. Analisis Relasi Grey (Grey Relational Analysis, GRA) adalah pendekatan kuantitatif dan sistematis, merupakan sub-sistem dari teori sistem grey, dan paling banyak digunakan dalam penyelesaian sistem yang kompleks [5]. GRA dapat diterapkan di bidang keuangan, logistik, dan juga untuk mengoptimalkan proses. Metode GRA efektif digunakan untuk masalah dengan banyak kriteria yang memiliki hubungan rumit antara satu sama lain [6]. GRA juga dapat digunakan dengan baik untuk menentukan parameter proses optimal yang mempengaruhi dua atau lebih variabel respons [7]. Masalah multi-kriteria dapat ditangani secara efektif menggunakan Analisis Relasi Grey[8].

III. METODE

A. Model Konseptual



Tahap penelitian mencakup beberapa langkah penting. Pertama, data yang diperoleh dari hasil simulasi menggunakan Finite Element Method (FEM) dikumpulkan, seperti nilai deformasi dan tegangan pada berbagai struktur gas cylinder yang diuji. Data ini kemudian dinormalisasi menggunakan metode Gray Relational Analysis (GRA) untuk memastikan perbandingan yang adil antar berbagai alternatif desain, termasuk variasi material dan struktur nodus. Selanjutnya, Gray Relational Coefficient dihitung untuk setiap alternatif, berdasarkan performa mereka dalam menahan deformasi dan distribusi tegangan. Setelah itu, perhitungan Gray Relational Grade dilakukan untuk menentukan peringkat performa keseluruhan dari setiap

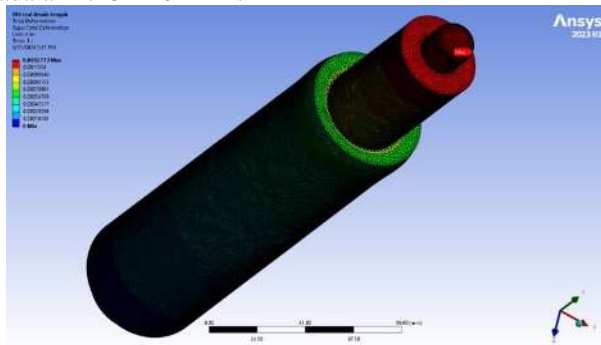
desain. Tahap terakhir adalah interpretasi data, di mana desain terbaik dipilih berdasarkan hasil perhitungan GRA, dengan mempertimbangkan kekuatan, durabilitas, dan efisiensi material pada gas cylinder.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

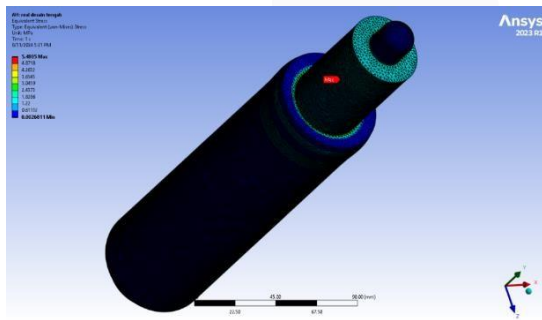
A. Analisis Desain

1. Desain Eksisting

Pada gambar di bawah ditampilkan data simulasi yang telah dilakukan menggunakan ANSYS untuk analisis total deformasi pada desain eksisting silinder gas hidrolik yang dimana material yang digunakan adalah stainless steel. Dari gambar tersebut didapatkan nilai maksimal total deformasi yang didapatkan dengan memberikan beban sebesar 1500N adalah 1.28×10^{-3} mm.

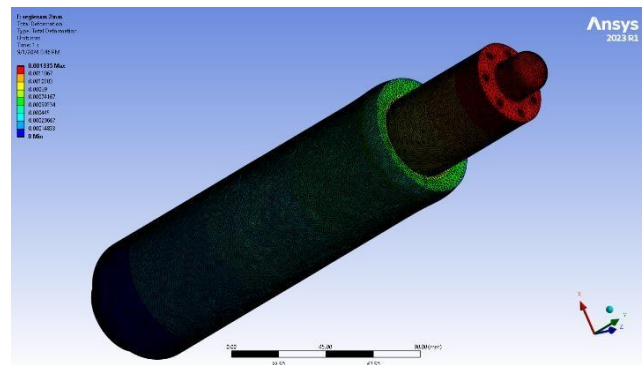


Gambar di atas menampilkan distribusi tegangan von mises yang didapatkan dari hasil simulasi menggunakan ANSYS. Pada gambar di bawah dapat dilihat bahwa pada bagian permukaan silinder diwarnai dengan hijau toska yang dimana sesuai dengan nilai yang tertera disamping kiri gambar untuk warna tersebut nilainya adalah 1.8286 MPa.

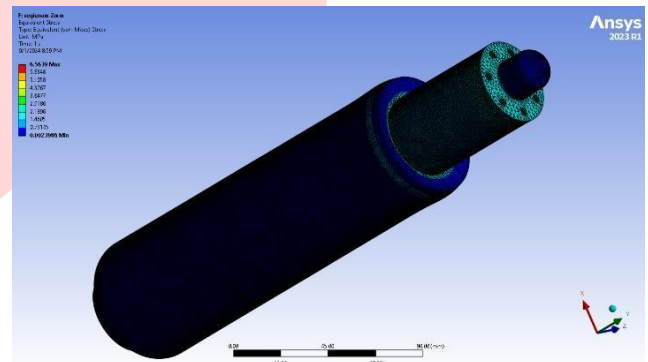


2. Desain terpilih

Setelah melakukan simulasi Gambar 5.3 menampilkan hasil nilai total deformasi yang diterima pada permukaan gas silinder ketika diberikan tekanan sebesar 1500N. Jenis silinder ini memiliki nodus yang terletak pada bagian permukaan silinder dengan bentuk nodus hexagon yang berdiameterkan 2 mm. Bahan yang digunakan pada BSS2-2 adalah stainless steel dikarenakan hasil dari perangkingan yang dilakukan menggunakan metode GRA. Pada simulasi ini didapatkan nilai total deformasi pada BSS2- 2 sebesar 1.33×10^{-3} mm dimana deformasi terbesar berada pada ujung pada bagian silinder ini menandakan daerah tersebut yang mengalami perubahan paling signifikan dari bagian yang lain.



Hasil data dari simulasi BSS2-2 didapatkan juga nilai persebaran tegangan seperti pada Gamba di atas yang telah diberikan gaya sebesar 1500N sama seperti simulasi untuk deformasi. Dilihat pada bagian permukaan silinder yang memiliki nodus hexagon dengan diameter 2 mm menerima tegangan sebesar 1.4605 MPa.



B. Analisis Hasil

Rank	Struktur	Gray Relational Grade
1	BSS2-2	0,9997
2	BSA1-1	0,9734
3	Eksisting	0,9620
4	BSS1-3	0,9608
5	BSS3-2	0,9571
6	BSS1-1	0,9555
7	BSA1-3	0,9522
8	BSS4-2	0,9510
9	BSA3-2	0,9502
10	BSA4-2	0,9441

Informasi dalam tabel mencantumkan GRG dari simulasi hidrolik silinder gas dengan pemberian gaya 1500N. Dalam tabel itu, struktur BSS2-2 memimpin dengan Gray Relational Grade 0,9997, menunjukkan bahwa silinder dengan struktur tersebut memiliki kinerja terbaik di antara semua struktur yang diuji. Desain hexagon dari Struktur BSS2-2 adalah sebuah silinder dengan diameter 2 mm yang berhasil dalam penyebaran tekanan di sekitar permukaan silinder tersebut. Dampaknya adalah mengurangi deformasi dan menjaga kekokohan struktur saat beban berat diterapkan.

Sementara itu, desain silinder yang telah ada sebelum dimodifikasi berada di peringkat ketiga dengan Gray Relational Grade sebesar 0,9620. Walaupun prestasinya memadai, struktur yang ada masih berada di bawah struktur BSS2-2 dalam hal kemampuan menahan deformasi dan mendistribusikan tekanan. Perbedaan nilai GRG antara struktur BSS2-2 dan yang sudah ada menunjukkan peningkatan performa yang signifikan dengan menggunakan struktur hexagon BSS2-2 dibandingkan dengan desain eksisting. Struktur BSS2-2 tidak hanya unggul dalam ketahanan terhadap deformasi, tetapi juga dalam mengelola distribusi tekanan secara efektif, akhirnya mengurangi risiko kegagalan atau kerusakan silinder.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan silinder gas pada kursi gaming dengan menerapkan struktur bambu bionik berdinding tipis menggunakan Metode Elemen Hingga (Finite Element Method - FEM). Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memahami dampak beban pengguna pada silinder gas serta pengaruh berbagai material yang digunakan dalam pembuatan silinder tersebut. Analisis dilakukan dengan mensimulasikan berbagai skenario menggunakan material stainless steel, aluminum alloy, dan plastik ABS, serta menilai deformasi dan distribusi tegangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur bambu bionik berdinding tipis, khususnya struktur dengan nodul heksagonal (BSS2-2), secara signifikan lebih unggul dibandingkan desain silinder eksisting. Struktur BSS2-2 memperlihatkan distribusi tegangan yang lebih baik dan deformasi yang lebih rendah saat diberi beban, menjadikannya alternatif yang sangat efisien. Dibandingkan dengan desain silinder eksisting, struktur BSS2-2 menunjukkan Gray Relational Grade yang lebih tinggi, yang mengindikasikan bahwa struktur ini adalah pilihan terbaik untuk meningkatkan kinerja dan ketahanan silinder gas. Sebagai kesimpulan, penerapan struktur bambu bionik berdinding tipis tidak hanya meningkatkan integritas struktural silinder gas tetapi juga menawarkan solusi yang lebih berkelanjutan dan ergonomis, sejalan dengan tujuan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] N. T. Nielsen and P. H. Stanton, *Ergonomics Handbook: Design and Use of Human-Computer Systems*. Elsevier, 2016.
- [2] J. Fu, Q. Liu, K. Liufu, Y. Deng, J. Fang, and Q. Li, "Design of bionic-bamboo thin-walled structures for energy absorption," *Thin-Walled Structures*, vol. 135, pp. 400–413, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.tws.2018.10.003.
- [3] A. K. Ray, S. Mondal, S. K. Das, and P. Ramachandrarao, "Bamboo - A functionally graded composite-correlation between microstructure and mechanical strength," *J Mater Sci*, vol. 40, no. 19, pp. 5249–5253, Oct. 2005, doi: 10.1007/s10853-005-4419-9.
- [4] S. S. Rao, "Chapter 1 - Overview of Finite Element Method," in *The Finite Element Method in Engineering (Sixth Edition)*, S. S. Rao, Ed., Butterworth-Heinemann, 2018, pp. 3–52. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811768-2.00001-8>.
- [5] X.-C. Xiao, X.-Q. Wang, K.-Y. Fu, and Y.-J. Zhao, "Grey Relational Analysis on Factors of the Quality of Web Service," *Phys Procedia*, vol. 33, pp. 1992–1998, 2012, doi: 10.1016/j.phpro.2012.05.313.
- [6] Y. Geum, Y. Cho, and Y. Park, "A systematic approach for diagnosing service failure: Service-specific FMEA and grey relational analysis approach," *Math Comput Model*, vol. 54, no. 11–12, pp. 3126–3142, Dec. 2011, doi: 10.1016/j.mcm.2011.07.042.
- [7] M. Patel G C, P. Krishna, and M. Parappagoudar, "Optimization of Squeeze Cast Process Parameters Using Taguchi and Grey Relational Analysis," *Procedia Technology*, vol. 14, pp. 157–164, Dec. 2014, doi: 10.1016/j.protcy.2014.08.021.
- [8] A. N. Patil, N. G. Pai Bhale, N. Raikar, and M. Prabhakaran, "Car selection using hybrid fuzzy ahp and grey relation analysis approach," *International Journal of Performability Engineering*, vol. 13, no. 5, pp. 569–576, Sep. 2017, doi: 10.23940/ijpe.17.05.p2.569576.