



ANALISA PIROLISIS DI DALAM *INCINERATOR* MENGGUNAKAN SIMULASI *SOFTWARE SOLIDWORKS*

Nuriman¹, Edi Tri Astuti², Nur Rohmat³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : iman.muhamad444@gmail.com¹, dosen01544@unpam.ac.id², dosen00597@unpam.ac.id³

Masuk : 12 Agustus 2021

Direvisi : 15 September 2021

Disetujui : 25 September 2021

Abstract : *Pyrolysis is the thermochemical decomposition of organic matter through a heating process without or little oxygen or other chemical reagents, in which the raw material will undergo a chemical structure breakdown into a gas phase. In the case of heat being transferred from the outside to the inside of the reactor, the value of 3 can be neglected for the design of the heat transfer surface. On the other hand, if the reactor is heated so that heat transfer occurs from the inside to the outside, the heat transfer surface must bear some of the energy to maintain the reactor temperature. Solidworks software is used to get the value of safety factor, von mises and displacement and on ASTM A36 material at a temperature of 900C and a pressure of 145 Psi get a maximum value of 3,746.561.024 N/m² and the maximum value of Displacement 10mm and safety factor 0.22 and AISI A36 material at a temperature of 900C and a pressure of 145 Psi 3,346.561.024N/m² and a value of 0.076 the results correspond to pyrolysis for temperatures at 900C and 500C.*

Keywords: *Simulation, Purolysis, Material Strength Mechanics*

Abstrak: Pirolisis yaitu dekomposisi termokimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau pereaksi kimia lainnya, di mana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Dalam keadaan panas ditransfer dari luar ke bagian dalam reaktor, nilai Q_3 dapat diabaikan untuk desain permukaan perpindahan panas. Sebaliknya, jika reaktor dipanaskan sehingga terjadi transfer panas dari dalam ke luar, permukaan perpindahan panas harus menanggung sebagian energi untuk menjaga suhu reaktor. *Software* solidworks digunakan untuk mendapatkan nilai *safety factor*, *von mises* dan *Displacement* pada bahan ASTM A36 pada suhu 900C dan tekanan 145 Psi mendapatkan nilai Maksimal 3.746.561.024 N/m² dan nilai maksimal dari *Displacement* 10mm dan *safety factor* 0,22 dan Bahan AISI A36 pada suhu 900C dan tekanan 145 Psi 3.346.561.024N/m² dan nilai 0,076 hasil sesuai dengan pirolisis untuk suhu di 900C dan 500C.

Kata kunci: Simulasi, Pirolisis, Mekanika Kekuatan Material

PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi oleh negara-negara berkembang maupun negara-negara maju di dunia, termasuk Indonesia. Permasalahan sampah bukan lagi sekedar masalah kebersihan dan lingkungan saja, akan tetapi sudah menjadi masalah sosial yang berpotensi menimbulkan konflik. Sistem pengolahan sampah di Indonesia umumnya masih terbilang tradisional ini seringkali akhirnya berubah menjadi praktek pembuangan sampah secara sembarangan tanpa mengikuti ketentuan teknis di lokasi yang sudah ditentukan. Pengelolaan sampah saat ini berdasarkan UU No 18 Tahun 2008 dan PP No 81 Tahun 2012 di lakukan dengan dua fokus utama yakni pengurangan dan penanganan sampah [1].

CV. Tirta Sasmita merupakan perusahaan yang terintergrasi akademik dari Universitas Pamulang, yang memiliki visi untuk memenuhi kebutuhan akan air minum yang sangat tinggi untuk lingkungan kampus Universitas

Pamulang (Tirta Sasmita). Limbah Produksi dari CV. Tirta Sasmita sendiri perhari mencapai 50kg sampah yaitu terdiri dari botol plastik dan plastik gelas *cup*.

Salah satu alternatif untuk mengolah sampah adalah metode *incinerator* dan pirolisis [2]. Metode pirolisis dapat memicu keinginan masyarakat untuk mendaur ulang sampah karena adanya *energy recovery* dari proses ini. *Energy recovery* yang didapat dari pirolisis yaitu produk gas, minyak, dan arang [3]. Proporsi hasil tergantung dari metode pirolisis, karakteristik biomassa dan parameter reaksi meneliti tentang laju degradasi konversi plastik *polyethylene* menjadi hidrokarbon cair. Struktur kimia yang dimiliki hidrokarbon cair tersebut memungkinkannya untuk diolah menjadi minyak pelumas berkualitas tinggi [4]. Chen dkk. telah membuktikan bahwa plastik *polyethylene* dapat diubah menjadi minyak pelumas dengan metode pirolisis. Plastik tersebut dipanaskan pada suhu tinggi sebesar 800-1000°C [5].

Oleh karena itu sebelum melakukan rancang bangun alat, penulis akan melakukan tahap simulasi terlebih dahulu yang akan difokuskan ke pirolisis agar mengetahui ketebalan bahan yang tepat dengan tekanan yang di variasikan. Simulasi yang dimaksud adalah dengan menggunakan perangkat *software/aplikasi* dalam komputer seperti AutoCAD dan Autodeks Solidworks. Aplikasi Autocad sendiri berfungsi sebagai desain awal penggambaran dengan ukuran yang di tentukan setelah itu di simulasikan dengan Autodeks Solidworks agar mengetahui tingkat kekuatan bahan ketika suhu dan tekanan yang di tentukan.

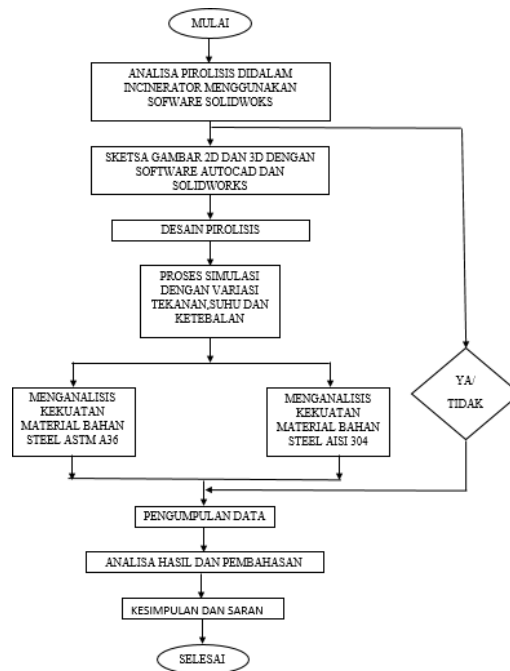
Cara kerja dari sistem ini adalah reaktor dalam *incinerator* akan membakar reaktor di dalam pirolisis kemudian hasil dari pirolisis akan diubah menjadi minyak dan minyak tersebut yang akan di jadikan bahan bakar pertama untuk membakar sampah pada *incinerator*.

METODE

Solidworks adalah salah satu CAD *software* yang dibuat oleh Dassault Systemes. *Software* Solidworks digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part*-nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan. Solidworks pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD seperti Pro-Engineer, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, Autodeks Autocad dan Catia.

Solidworks Corporation didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur profesional untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama Solidworks 95 pada tahun 1995. Pada tahun 1997 Dassault Systemes, yang terdapat pada Cad *software* dikenal dengan Catia Cad *software*, mengakuisisi perusahaan dan sekarang ini memiliki 100% dari saham Solidworks. Solidworks dipimpin oleh John McEleney dari tahun 2001 hingga Juli 2007, dan sekarang dipimpin oleh Jeff Ray.

Menurut informasi WIKI Saat ini banyak industri manufaktur yang sudah memakai *software* Solidworks. Solidworks saat ini digunakan oleh lebih dari 3/4 juta insinyur dan desainer di lebih dari 80.000 perusahaan di seluruh dunia. Dahulu di Indonesia orang familiar dengan Autocad untuk desain perancangan gambar teknik, tapi sekarang dengan mengenal Solidworks, Autocad sudah jarang digunakan untuk menggambar bentuk 3D.



Gambar 1. Diagram Alir Pirolisis Dalam *Incinerator* Dengan Simulasi

Persiapan Simulasi

Simulasi kali ini akan menggunakan *software Solidworks* dengan membuat model pirolisis 2D dan 3D kemudian menentukan material yang digunakan menentukan titik titik dimana yang akan diberikan *pressure*, *temperature* dan *pressure* sendiri adalah 72,5 psi dan 101,5 psi 145 psi kemudian untuk *temperature* 300 700 Celsius dan 900 Celsius.

Proses *meshing* adalah proses dimana benda akan didikritasi menjadi elemen – elemen yang memiliki ukuran lebih kecil dan berjumlah tertentu dan berhingga, proses *running* tersebut berjalan dengan pembacaan proses perhitungan metode *Finite Element Analysis (FEA)*. Proses *refinement meshing* adalah proses penghalusan jumlah *element* dan *nodes* pada bagian yang mengalami tegangan kritis. Pada bagian tersebut, dilakukan proses *refinement meshing* dengan menggunakan fitur *local mesh control*. Proses ini dilakukan setelah proses *running* pertama selesai sehingga bisa didapat hasil yang akan lebih mendekati akurat dan *displacement*, dan angka keamanan diseluruh elemen pirolisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Hasil Keseluruhan

Penelitian tidak hanya mengambil data dari hasil simulasi dengan metode *finite element analysis*, namun dilakukan juga perbandingan antara hasil simulasi dengan perhitungan teoritis dan direkap dalam penyajian tabel dan grafik. Berdasarkan perbandingan antara analisa *von mises* dan perhitungan teoritis terdapat perbedaan nilai, dalam hal ini pada analisa dengan metode FEA menggunakan *software Solidworks* lebih akurat karena input parameter yang dilakukan lebih kompleks. Dari hasil simulasi dan perhitungan secara teori, maka didapatkan perbandingan analisa *von mises stress*, *displacement* dan *safety factor* dengan variasi Suhu 300 C, 500C, dan 900C, dengan tekanan 72,5 Psi 101,5 Psi dan 145 Psi. Dapat diambil hasil sebagai berikut:

Safety Factor

- a. ASTM A36 Suhu 900C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,079 tekanan 101,5 Psi adalah 0,079 tekanan 145 Psi 0,078 dan

pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,079 0,079 0,076. Maka untuk pembebanan dengan variasi Suhu 900C Tidak aman.

b. ASTM A36 Suhu 500C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,146 tekanan 101,5 Psi adalah 0,142 tekanan 145 Psi 0,135 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,145 0,143 0,140. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 500C Tidak aman.

c. ASTM A36 Suhu 300C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,216 tekanan 101,5 Psi adalah 0,196 tekanan 145 Psi 0,177 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,221 0,186 0,159. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 300C aman.

d. AISI 304 Suhu 900C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,052 tekanan 101,5 Psi adalah 0,056 tekanan 145 Psi 0,058 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,055 0,054 0,056. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 900C Tidak aman.

e. AISI 304 Suhu 500C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,161 tekanan 101,5 Psi adalah 0,148 tekanan 145 Psi 0,137 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,171 0,150 0,161. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 500C Tidak aman.

f. AISI 304 Suhu 300C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,102 tekanan 101,5 Psi adalah 0,103 tekanan 145 Psi 0,100 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,110 0,104 0,101. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 300C Tidak aman.

Von Mises Stress

a. AISI 304 Suhu 900C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 3.746.510.024 N/m² tekanan (72 psi) 3.746.560.024 (101,5 Psi) 3.746.561.024 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.692.024,851 (72 psi) 1.986,354,974 (101,5 psi) 3.027.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 900C.

b. AISI 304 suhu 500C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 2.034.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 2.034.756.096 (101,5 Psi) 2.034.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.792.024,851 (72 psi) 1.906,354,974 (101,5 psi) 3.020.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 500C.

c. AISI 304 Suhu 300C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 2.034.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 3.234.756.096 (101,5 Psi) 2.044.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai

terendah 1.792.024,851 (72 psi) 1.906,354,974 (101,5 psi) 2.320.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 300C.

d. ASTM A36 Suhu 900C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 3.034.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 3.234.756.096 (101,5 Psi) 3.044.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.692.024,851 (72 psi) 1.406,354,974 (101,5 psi) 3.320.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 900C.

e. ASTM A36 Suhu 500C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 1.734.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 1.634.756.096 (101,5 Psi) 2.044.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.692.024,851 (72 psi) 2.406,354,974 (101,5 psi) 3.320.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 500C.

f. ASTM A36 Suhu 300C

Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 1.134.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 1.234.756.096 (101,5 Psi) 1.444.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.792.024,851 (72 psi) 2.106,354,974 (101,5 psi) 3.020.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 300C.

KESIMPULAN

Safety Factor

a. Bahan ASTM A36 dan AISI 304 Suhu 900C

Bahan ASTM A36 hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,079 tekanan 101,5 Psi adalah 0,079 tekanan 145 Psi 0,078 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,079 0,079 0,076. Maka untuk pembebanan dengan variasi Suhu 900C. Sedangkan bahan AISI 304 Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,052 tekanan 101,5 Psi adalah 0,056 tekanan 145 Psi 0,058 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,055 0,054 0,056. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 900C Tidak aman.

b. Bahan ASTM A36 dan AISI 304 Suhu 500C

Bahan ASTM A36 hasil analisis yang terjadi pada Ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,146 tekanan 101,5 Psi adalah 0,142 tekanan 145 Psi 0,135 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,145 0,143 0,140. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 500C Tidak aman. Sedangkan hasil dari AISI 304 Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,161 tekanan 101,5 Psi adalah 0,148 tekanan 145 Psi 0,137 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,171 0,150 0,161. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 500C Tidak aman.

c. Bahan ASTM A36 dan AISI 304 Suhu 300C

Bahan ASTM A36 hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,216 tekanan 101,5 Psi adalah 0,196 tekanan 145 Psi 0,177 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,221 0,186 0,159. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 300C aman Sedangkan Bahan AISI 304 Hasil analisis yang

terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan nilai *safety factor* dengan tekanan 72,5 Psi adalah 0,102 tekanan 101,5 Psi adalah 0,103 tekanan 145 Psi 0,100 dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar 0,110 0,104 0,101. Maka untuk tekanan dengan variasi Suhu 300C Tidak aman.

Von mises Stress

a. Bahan ASTM A36 dan AISI 304 Suhu 900C

Bahan ASTM A36 hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 3.746.510.024 N/m² tekanan (72 psi) 3.746.560.024 (101,5 Psi) 3.746.561.024 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.692.024,851 (72 psi) 1.986,354,974 (101,5 psi) 3.027.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 900C. Bahan AISI 304 Hasil analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 3.034.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 3.234.756.096 (101,5 Psi) 3.044.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.692.024,851 (72 psi) 1.406,354,974 (101,5 psi) 3.320.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 900C.

b. Bahan ASTM A36 dan AISI 304 Suhu 500C

Hasil analisis AISI 304 yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 2.034.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 2.034.756.096 (101,5 Psi) 2.034.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.792.024,851 (72 psi) 1.906,354,974 (101,5 psi) 3.020.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 500C. Sedangkan Hasil analisis ASTM A36 yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 1.734.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 1.634.756.096 (101,5 Psi) 2.044.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.692.024,851 (72 psi) 2.406,354,974 (101,5 psi) 3.320.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 500C.

c. Bahan AISI 304 dan ASTM A36 suhu 300c

Hasil analisis bahan AISI 304 yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 2.034.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 3.234.756.096 (101,5 Psi) 2.044.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.792.024,851 (72 psi) 1.906,354,974 (101,5 psi) 2.320.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 300C sedangkan Hasil ASTM A36 analisis yang terjadi pada ruang pembakaran pirolisis dengan metode FEA, menunjukkan bahwa tegangan *von mises* sebesar 1.134.556.096 N/m² tekanan (72 psi) 1.234.756.096 (101,5 Psi) 1.444.856.085 (145 Psi) dan pada perhitungan teori menghasilkan tegangan sebesar Maka tegangan dengan nilai terendah 1.792.024,851 (72 psi) 2.106,354,974 (101,5 psi) 3.020.749,706 (145 psi) dihasilkan dari variasi suhu 300C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Damanhuri, "Diktat Pengelolaan Sampah," Institut Teknologi Bandung (ITB) Bandung, 2010.
- [2] M.-K. Bahng, C. Mukarakate, D. J. Robichaud, and M. R. Nimlos, "Current technologies for analysis of biomass thermochemical processing: A review," *Anal. Chim. Acta*, vol. 651, no. 2, pp. 117–138, 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.08.016>.
- [3] P. Bhattacharya, P. H. Steele, E. B. M. Hassan, B. Mitchell, L. Ingram, and C. U. P. Jr., "Wood/plastic copyrolysis in an auger reactor: Chemical and physical analysis of the products," *Fuel*, vol. 88, no. 7, pp. 1251–1260, 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2009.01.009>.
- [4] Q. Li, A. Faramarzi, S. Zhang, Y. Wang, X. Hu, and M. Gholizadeh, "Progress in catalytic pyrolysis of municipal solid waste," in *Energy Conversion and Management*, 2020, vol. 226, no. 113525, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113525>.
- [5] D. Chen, L. Yin, H. Wang, and P. He, "Pyrolysis technologies for municipal solid waste: A review," *Waste Manag.*, vol. 34, no. 12, pp. 2466–2486, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.08.004>.