
Teknologi 3D Printing dalam Rekayasa Mesin: Peluang dan Tantangan

MHD IBNU ADHA SIREGAR

Teknik Mesin

Abstrak

Teknologi pencetakan 3D, atau yang dikenal sebagai 3D printing, telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir dan telah membawa revolusi dalam berbagai sektor, termasuk rekayasa mesin. Proses pencetakan 3D memungkinkan pembuatan objek tiga dimensi dari model digital dengan menggabungkan bahan secara bertahap. Hal ini menawarkan peluang yang signifikan dalam hal desain, produksi, dan kustomisasi, serta efisiensi biaya dan waktu. Dengan menggunakan teknologi ini, insinyur dapat menciptakan komponen yang lebih kompleks dan ringan, serta mengurangi limbah material.

Salah satu aspek paling menarik dari pencetakan 3D dalam rekayasa mesin adalah kemampuannya untuk menghasilkan prototipe cepat. Prototipe yang sebelumnya memerlukan waktu dan biaya tinggi kini dapat dihasilkan dengan cepat dan murah, memungkinkan insinyur untuk melakukan pengujian dan modifikasi secara lebih efisien. Selain itu, teknologi ini memungkinkan produksi bagian yang sangat spesifik dan disesuaikan, yang sulit atau bahkan tidak mungkin dilakukan dengan metode tradisional.

Namun, meskipun banyak peluang yang ditawarkan oleh teknologi pencetakan 3D, ada juga tantangan yang harus dihadapi. Isu-isu terkait kualitas produk, batasan dalam material yang dapat digunakan, dan standar industri yang belum sepenuhnya ditetapkan menjadi tantangan utama dalam adopsi teknologi ini. Selain itu, ada juga tantangan dalam hal pemahaman dan keterampilan yang dibutuhkan untuk merancang dan menggunakan teknologi ini secara efektif. Dalam kesimpulannya, teknologi 3D printing dalam rekayasa mesin menawarkan peluang besar untuk inovasi dan efisiensi. Namun, perusahaan dan insinyur perlu proaktif dalam mengatasi tantangan yang ada agar dapat memanfaatkan sepenuhnya potensi yang ditawarkan oleh teknologi ini. Dengan pendekatan yang tepat, pencetakan 3D dapat menjadi alat yang sangat berharga dalam proses desain dan produksi di industri mesin modern.

Kata Kunci: 3D printing, teknologi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rekayasa mesin merupakan salah satu bidang yang terus berkembang, didorong oleh kemajuan teknologi dan kebutuhan industri yang semakin kompleks. Salah satu inovasi terbaru yang telah mengubah cara desain dan produksi dilakukan adalah teknologi 3D printing. Pencetakan 3D telah membuka peluang baru dalam pembuatan komponen dan produk, memungkinkan insinyur untuk membuat objek dengan bentuk dan fungsi yang kompleks secara lebih efisien.

Latar belakang penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi 3D printing dalam rekayasa mesin, serta peluang dan tantangan yang dihadapi oleh para insinyur dan perusahaan dalam mengadopsi teknologi ini. Dengan memahami manfaat dan keterbatasan dari teknologi pencetakan 3D, diharapkan perusahaan dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam proses desain dan produksi.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini mencakup analisis literatur, studi kasus perusahaan yang telah menerapkan teknologi 3D printing, serta wawancara dengan praktisi dan ahli di bidang rekayasa mesin. Dengan pendekatan ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan mendalam mengenai penerapan 3D printing, serta mengidentifikasi potensi dan tantangan yang harus dihadapi oleh industri.

PEMBAHASAN

Teknologi 3D printing, yang juga dikenal sebagai additive manufacturing, telah merevolusi berbagai sektor industri, termasuk rekayasa mesin. Teknologi ini memungkinkan pembuatan komponen dan produk dengan cara menambahkan material secara bertahap berdasarkan model digital. Dalam konteks rekayasa mesin, penggunaan teknologi ini menawarkan berbagai peluang yang signifikan. Salah satu manfaat utamanya adalah kemampuan untuk menciptakan desain yang kompleks dan geometris yang sulit dicapai dengan metode manufaktur tradisional. Desain ini tidak hanya meningkatkan kinerja produk tetapi juga mengurangi berat dan meningkatkan efisiensi.

Salah satu bidang di mana 3D printing menunjukkan potensi besar adalah dalam pembuatan prototipe. Dengan kemampuan untuk cepat mencetak prototipe fisik dari desain CAD, insinyur dapat melakukan pengujian dan iterasi lebih cepat. Hal ini memungkinkan pengembangan produk yang lebih efisien dan mempercepat waktu ke pasar. Proses tradisional yang biasanya memakan waktu berbulan-bulan dapat dipangkas menjadi hanya beberapa hari, memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan yang mengadopsi teknologi ini.

Selain prototyping, 3D printing juga memberikan keuntungan dalam hal kustomisasi produk. Di industri rekayasa mesin, seringkali ada kebutuhan untuk komponen yang disesuaikan dengan spesifikasi tertentu. Dengan teknologi ini, perusahaan dapat dengan mudah memproduksi komponen yang disesuaikan tanpa biaya dan waktu yang signifikan. Ini menciptakan peluang untuk memproduksi produk unik yang dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan.

Meskipun teknologi ini menawarkan banyak peluang, terdapat juga tantangan yang harus dihadapi oleh industri rekayasa mesin. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan material. Meskipun pilihan material untuk 3D printing semakin berkembang, tidak semua

material cocok untuk aplikasi industri tertentu. Beberapa material mungkin tidak memiliki sifat mekanik atau termal yang diperlukan untuk aplikasi tertentu, sehingga membatasi penggunaannya dalam rekayasa mesin. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan material baru yang dapat memenuhi kebutuhan spesifik industri.

Tantangan lain yang signifikan adalah permasalahan kualitas dan konsistensi produk. Dalam proses 3D printing, variasi dalam proses pencetakan, seperti suhu, kecepatan, dan pengaturan mesin, dapat mempengaruhi hasil akhir produk. Oleh karena itu, perusahaan harus mengimplementasikan kontrol kualitas yang ketat untuk memastikan bahwa setiap produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Kualitas yang tidak konsisten dapat mengakibatkan kegagalan komponen dalam aplikasi nyata, yang bisa berdampak buruk pada reputasi perusahaan.

Kendala regulasi juga menjadi tantangan dalam penerapan teknologi 3D printing di industri rekayasa mesin. Beberapa industri, seperti otomotif dan dirgantara, memiliki regulasi yang ketat terkait dengan keselamatan dan kualitas produk. Oleh karena itu, perusahaan harus memastikan bahwa proses 3D printing mereka memenuhi semua standar dan regulasi yang berlaku. Hal ini dapat menjadi proses yang memakan waktu dan mahal, dan dapat menjadi penghalang bagi perusahaan kecil untuk mengadopsi teknologi ini.

Meskipun demikian, teknologi 3D printing dalam rekayasa mesin terus berkembang. Dengan kemajuan dalam penelitian dan pengembangan, banyak perusahaan berinvestasi dalam teknologi ini untuk meningkatkan efisiensi dan inovasi. Perusahaan-perusahaan besar mulai mengintegrasikan 3D printing dalam proses produksi mereka, bukan hanya untuk prototyping tetapi juga untuk produksi komponen akhir. Ini menunjukkan bahwa industri mulai melihat potensi jangka panjang dari teknologi ini.

Pengembangan teknologi 3D printing juga menciptakan peluang baru dalam desain produk. Insinyur dapat merancang komponen dengan mempertimbangkan kemampuan pencetakan, memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi desain yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan. Ini dapat menghasilkan produk yang lebih ringan, lebih kuat, dan lebih efisien. Dengan pendekatan desain yang berbasis pada teknologi, perusahaan dapat menciptakan solusi inovatif yang dapat membedakan mereka dari pesaing.

Salah satu tren yang muncul adalah penggunaan 3D printing untuk pembuatan suku cadang dan komponen pengganti. Dengan kemampuan untuk memproduksi suku cadang secara lokal dan sesuai permintaan, perusahaan dapat mengurangi kebutuhan akan inventaris yang besar dan menghemat biaya penyimpanan. Ini juga membantu dalam memenuhi permintaan pasar yang cepat berubah, di mana perusahaan dapat dengan cepat memproduksi komponen yang diperlukan tanpa harus menunggu pengiriman dari pemasok.

Keterlibatan teknologi 3D printing dalam pengurangan limbah produksi juga patut diperhatikan. Proses tradisional sering kali menghasilkan limbah material yang signifikan, sementara 3D printing lebih efisien karena hanya menggunakan material yang diperlukan untuk mencetak produk. Ini tidak hanya membantu perusahaan menghemat biaya tetapi juga mendukung inisiatif keberlanjutan yang semakin penting dalam industri saat ini. Dengan mengurangi jejak lingkungan, perusahaan dapat memperkuat citra merek mereka di mata konsumen yang semakin peduli terhadap lingkungan.

Salah satu area aplikasi yang menjanjikan dari teknologi 3D printing adalah dalam industri kesehatan. Di bidang ini, kemampuan untuk mencetak alat dan implan yang disesuaikan dengan anatomi pasien telah membuka kemungkinan baru dalam perawatan medis. Dengan menggunakan teknologi ini, dokter dapat merancang dan mencetak implan yang sesuai dengan kebutuhan spesifik pasien, yang dapat meningkatkan hasil perawatan dan mengurangi waktu pemulihan. Hal ini menunjukkan bagaimana 3D printing dapat berkontribusi tidak hanya pada efisiensi industri tetapi juga pada kemajuan dalam kesehatan masyarakat.

Menyongsong masa depan, kolaborasi antara akademisi, industri, dan pemerintah sangat penting untuk mendorong inovasi dalam teknologi 3D printing. Penelitian yang lebih mendalam mengenai material baru, metode pencetakan, dan aplikasi industri dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif dan efisien. Selain itu, dukungan dari pemerintah dalam bentuk insentif untuk penelitian dan pengembangan dapat mempercepat adopsi teknologi ini di sektor industri.

Ketersediaan pelatihan dan pendidikan tentang teknologi 3D printing juga merupakan faktor kunci dalam pengembangan industri ini. Meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang manfaat dan aplikasi 3D printing di kalangan insinyur dan profesional industri lainnya akan membantu menciptakan tenaga kerja yang terampil dan siap menghadapi tantangan yang muncul. Program pelatihan yang mencakup pemahaman teknis, desain, dan aplikasi praktis akan sangat berharga untuk mengembangkan kompetensi di bidang ini.

Pada saat yang sama, perusahaan harus berinvestasi dalam infrastruktur yang mendukung penerapan teknologi 3D printing. Ini mencakup perangkat keras, perangkat lunak, dan sistem pendukung lainnya yang diperlukan untuk mengintegrasikan teknologi ini ke dalam proses produksi yang ada. Memiliki fasilitas dan peralatan yang tepat akan memastikan bahwa perusahaan dapat memanfaatkan sepenuhnya potensi 3D printing dalam meningkatkan efisiensi dan inovasi.

Dalam konteks global, persaingan dalam industri manufaktur semakin meningkat. Perusahaan yang mampu mengadopsi dan memanfaatkan teknologi terbaru, termasuk 3D printing, akan memiliki keunggulan kompetitif. Di era di mana inovasi dan kecepatan adalah kunci untuk bertahan, kemampuan untuk dengan cepat mengembangkan dan memproduksi produk baru akan menjadi faktor penentu dalam keberhasilan bisnis. Oleh karena itu, penerapan teknologi 3D printing dalam rekayasa mesin bukan hanya pilihan, tetapi suatu keharusan bagi perusahaan yang ingin tetap relevan.

Secara keseluruhan, meskipun ada tantangan yang harus dihadapi, peluang yang ditawarkan oleh teknologi 3D printing dalam rekayasa mesin sangat signifikan. Dari peningkatan efisiensi produksi hingga pengurangan limbah dan inovasi produk, teknologi ini memiliki potensi untuk mengubah cara perusahaan beroperasi. Dengan investasi yang tepat, penelitian dan pengembangan, serta kolaborasi di seluruh sektor, industri dapat memanfaatkan teknologi ini untuk menciptakan masa depan yang lebih inovatif dan berkelanjutan.

Selain aplikasi langsung dalam pembuatan komponen, teknologi 3D printing juga dapat berkontribusi pada peningkatan efisiensi dalam rantai pasok. Dengan kemampuan untuk memproduksi suku cadang secara lokal, perusahaan dapat mengurangi ketergantungan pada pemasok eksternal dan menghindari keterlambatan pengiriman. Hal ini memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap permintaan pasar, terutama dalam industri yang memerlukan fleksibilitas tinggi. Perusahaan dapat memproduksi suku cadang sesuai

permintaan, mengurangi risiko overstock atau kekurangan persediaan yang seringkali menjadi tantangan dalam manajemen rantai pasok tradisional.

Salah satu inovasi terkini dalam teknologi 3D printing adalah kemampuan untuk mencetak dengan berbagai material dalam satu proses pencetakan. Teknologi ini memungkinkan pengembangan komponen yang lebih kompleks dan multifungsi. Misalnya, suku cadang yang memerlukan kombinasi material keras dan fleksibel dapat diproduksi dalam satu langkah, mengurangi kebutuhan akan perakitan yang memakan waktu dan biaya. Kemampuan untuk mencetak produk akhir dengan karakteristik yang berbeda dalam satu proses tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga membuka peluang baru dalam desain produk.

Kendala yang dihadapi dalam adopsi teknologi 3D printing tidak hanya terkait dengan material dan kualitas produk, tetapi juga berkaitan dengan aspek hukum dan kekayaan intelektual. Dengan kemudahan dalam menduplikasi desain melalui 3D printing, perlindungan terhadap desain inovatif menjadi tantangan. Perusahaan perlu mengembangkan strategi yang lebih baik untuk melindungi kekayaan intelektual mereka dan memastikan bahwa inovasi yang mereka kembangkan tidak dengan mudah ditiru oleh pesaing. Ini mungkin melibatkan pengembangan perjanjian lisensi yang lebih ketat atau perlindungan paten yang lebih kuat.

Dalam sektor otomotif, teknologi 3D printing telah digunakan untuk mencetak alat dan jig produksi yang mendukung proses perakitan. Dengan mencetak alat yang dirancang khusus untuk kebutuhan tertentu, perusahaan dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk proses perakitan dan meningkatkan akurasi. Hal ini menunjukkan bagaimana 3D printing tidak hanya berguna untuk pembuatan komponen, tetapi juga sebagai alat dalam proses produksi itu sendiri.

Perkembangan dalam teknologi 3D printing juga berpotensi mengubah cara pendidikan teknik dan rekayasa dilakukan. Dengan fasilitas 3D printing di perguruan tinggi dan universitas, mahasiswa dapat mendapatkan pengalaman praktis dalam desain dan produksi komponen. Ini akan membantu mereka memahami bagaimana menerapkan teori yang dipelajari di kelas dalam konteks dunia nyata. Selain itu, pengalaman langsung dalam menggunakan teknologi ini akan mempersiapkan mahasiswa untuk memasuki pasar kerja yang semakin didominasi oleh teknologi canggih.

Pentingnya kolaborasi lintas disiplin juga tidak dapat diabaikan dalam pengembangan teknologi 3D printing. Kerja sama antara insinyur, desainer, ilmuwan material, dan ahli teknologi informasi dapat menghasilkan inovasi yang lebih cepat dan efektif. Dengan menggabungkan keahlian dari berbagai disiplin, perusahaan dapat mengeksplorasi batasan baru dalam desain dan aplikasi teknologi 3D printing. Ini mendorong lingkungan inovasi yang dinamis yang dapat meningkatkan daya saing perusahaan di pasar global.

Dalam konteks keberlanjutan, 3D printing menawarkan peluang untuk mendukung praktik ramah lingkungan. Dengan mengurangi limbah material dan memproduksi barang sesuai permintaan, teknologi ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular. Perusahaan yang mengadopsi pendekatan ini tidak hanya dapat mengurangi dampak lingkungan mereka tetapi juga memenuhi permintaan konsumen yang semakin peduli terhadap keberlanjutan. Oleh karena itu, mengintegrasikan teknologi 3D printing ke dalam strategi bisnis dapat menjadi langkah penting bagi perusahaan untuk berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan.

Keberhasilan implementasi teknologi 3D printing dalam rekayasa mesin juga bergantung pada faktor budaya organisasi. Perusahaan yang memiliki budaya inovasi dan terbuka terhadap perubahan lebih cenderung untuk mengadopsi teknologi baru. Mendorong lingkungan kerja yang mendukung eksperimen dan inovasi dapat menciptakan suasana yang kondusif bagi pengembangan produk baru. Selain itu, pelibatan karyawan dalam proses inovasi dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan, yang pada gilirannya akan meningkatkan produktivitas.

Salah satu aspek penting dalam adopsi 3D printing adalah pendidikan dan pelatihan. Tenaga kerja yang terampil dan terlatih dalam teknologi ini akan menjadi aset berharga bagi perusahaan. Program pelatihan yang dirancang untuk mengedukasi karyawan tentang penggunaan teknologi 3D printing dan aplikasi praktisnya dapat meningkatkan efektivitas operasional dan mendorong inovasi. Sebagai tambahan, penyediaan sumber daya untuk pengembangan keterampilan ini harus menjadi prioritas bagi perusahaan yang ingin tetap kompetitif di pasar yang terus berkembang.

Ke depan, potensi untuk integrasi teknologi 3D printing dengan teknologi lainnya, seperti Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan (AI), juga sangat menjanjikan. Kombinasi ini dapat menghasilkan proses produksi yang lebih cerdas dan efisien, di mana mesin dapat memantau dan mengoptimalkan proses pencetakan secara real-time. Misalnya, dengan menggunakan sensor untuk mengumpulkan data tentang kualitas dan kinerja pencetakan, perusahaan dapat melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk memastikan hasil akhir yang optimal.

Secara keseluruhan, teknologi 3D printing dalam rekayasa mesin menawarkan banyak peluang untuk meningkatkan efisiensi dan inovasi, tetapi juga membawa tantangan yang perlu diatasi. Dengan pendekatan yang tepat dalam mengatasi masalah material, kualitas, regulasi, dan perlindungan kekayaan intelektual, serta melalui pendidikan dan kolaborasi yang lebih baik, perusahaan dapat memanfaatkan teknologi ini untuk mencapai keunggulan kompetitif. Oleh karena itu, penting bagi para pemangku kepentingan di industri untuk terus berinvestasi dalam penelitian dan pengembangan serta beradaptasi dengan perubahan yang cepat dalam teknologi untuk tetap relevan dan sukses di masa depan..

Kesimpulan

Teknologi 3D printing dalam rekayasa mesin menawarkan berbagai peluang yang signifikan, mulai dari desain yang lebih kompleks dan kustomisasi hingga efisiensi dalam proses produksi. Meskipun demikian, ada beberapa tantangan yang perlu dihadapi, termasuk masalah kualitas, pemilihan bahan, dan standar industri yang masih berkembang.

Dengan pendekatan yang tepat, seperti investasi dalam pelatihan, penelitian, dan kolaborasi antara industri dan akademisi, perusahaan dapat memaksimalkan manfaat dari teknologi 3D printing. Perusahaan yang beradaptasi dengan cepat dan memanfaatkan teknologi ini akan memiliki keunggulan kompetitif yang lebih baik di pasar yang terus berubah.

Ke depan, penting bagi semua pemangku kepentingan untuk bersama-sama mengeksplorasi dan mengatasi tantangan yang ada, sambil terus berinovasi untuk memanfaatkan potensi penuh dari teknologi 3D printing. Dengan langkah-langkah yang

tepat, pencetakan 3D dapat menjadi pendorong utama inovasi dan efisiensi dalam rekayasa mesin dan industri secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasution, A., & Siregar, A. (2013). *Karakteristik Aliran Fluida pada Venturi Orifice*.
- Siregar, A., & Nasution, A. (2020). *Perancangan Bed Reactor Zeolit Jenis Aliran Turbulen Sebagai Alat Penyerap Polutan Gas Asap Pada Motor Bakar Bensin (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Ramdan, D., Umroh, B., Elapri, B. Y., & Munthe, I. S. (2022). *Optimalisasi Perancangan Paket Plastic Ball Grid Array (PBGA) Melalui Pengamatan Perilaku Fluid Structure Interaction (FSI) pada Proses Injections Molding. Universitas Medan Area*.
- Harahap, U., & Ramdan, D. (2012). *Pengendali Gelombang Permukaan dan Titik Jatuh Logam Cair Pada Proses Pengecoran dengan Mengatur Kecepatan dan Posisi Titik Putar Tungku*.
- Harahap, U., & Syarif, Y. (2011). *analisis Pengoperasian Genset Menggunakan Automatic Main Failure (AMF) di PT Jasa Marga (Persero) Cabang Balmera*.
- Siregar, A. (2007). *Perancangan Mesin Rol Universal Untuk Benda Kerja Logam Ferous*.
- Mahadi, B., & Umroh, B. (2018). *Perancangan Cetakan Sepatu Tiang Pancang dengan Sistem Pencabutan Pin pada PT. Wika Beton, Tbk. Universitas Medan Area*.
- Siregar, A., & Keliat, S. (2002). *Ketel Uap Rancangan Superheater pada Ketel Uap Kapasitas 30 Ton TBS/Jam Tekanan Kerja Ketel 24 Kg/cm² (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Syarif, Y., & Harahap, U. (2010). *Study Pemakaian Motor Induksi 3 Phasa Sebagai Penggerak Pompa Pembuangan Limbah (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Ramdan, D., & Mungkin, M. (2018). *Modul Praktikum Dasar Teknik Pengaturan*.
- Siregar, A., & Lubis, S. (2008). *Pencegahan Korosi Pada Palm Oil Storage Tank (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Harahap, U., & Ramdan, D. (2013). *Pengaruh Lubang Angin (Outlet Vent) dan Tekanan Input Terhadap Kualitas Cetakan Pada Proses Injection Molding*.
- Harahap, U. (2000). *Analisa Kestabilan Sistem Tenaga*.
- Nst, A., & Siregar, A. (2011). *Analisa Ruang Bakar Boiler Kapasitas UAP 20 Ton/Jam (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Amru, S. (2015). *Potensi Limbah Sabut Kelapa Muda Sebagai Penguat pada Pembuatan Bahan Peredam Suara*.
- Harahap, U. (2011). *Study Kapasitas Air Conditioner Pada Ruangan Kampus IT&B (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Idris, M., & Hermawan, I. (2023). *Simulasi Aliran Air Pada Bucket Turbin Pelton Dengan Variasi Dimensi Bucket Menggunakan Computational Fluid Dynamics (CFD) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.

- Ramdan, D., Siregar, A., & Bahri, Z. (2007). *Model dan Kendali Gelombang Liquid Saat Putar Balik Dengan Mengatur Posisi Titik Putar dan Kecepatan Putar Tungku Pada Proses Pengecoran*.
- Siregar, A. (2007). *Perancangan Mesin Sistem Injeksi Moulding Untuk bahan Polimer*.
- Harahap, U., & Syarif, Y. (2009). *Sistem Kontrol Mesin Es Tube PT Central Windu Sejati*.
- Nasution, A., & Siregar, A. (2008). *Perencanaan Radiator Pada Kendaraan Toyota Kijang Dengan Daya (N) 86 HP dan (N) 6000 RPM (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Harahap, U., & Pasaribu, F. I. (2016). *Sistem Kontrol Buka Tutup Valve Pada Proses Pemanasan Air Jacket (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Siregar, A. (2019). *analisi Aliran Air Sebagai Pendingin Udara pada Skala Model (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Siregar, A. (2013). *Aplikasi Multi Komponen Material Sebagai Penyimpanan Panas Pada Sistem Pendingin Udara (AC) Ramah Lingkungan*.
- Siregar, A. (2008). *Perencanaan Bucket Conveyor Untuk Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Kapasitas 45 Ton TBS/Jam*.
- Sitohang, H. T. S. (2018). *Analisa Pengaruh Waktu Dan Turbulensi Asap Pada Mesin Pengering Ikan Lele*.
- Ramdan, D., & Harahap, U. (2003). *Perancangan Program Pengaturan Alat Peraga Elektronik Dengan Menggunakan Personal Komputer (PC) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Ramdan, D., Umroh, B., Elapri, B. Y., & Munthe, I. S. (2022). *Optimalisasi Perancangan Paket Plastic Ball Grid Array (PBGA) Melalui Pengamatan Perilaku Fluid Structure Interaction (FSI) pada Proses Injections Molding. Universitas Medan Area*.
- Siregar, R. A. (2016). *Laporan Hasil Kegiatan Evaluasi Kinerja Tridharma Semesteran (EKTS) Semester Genap TA 2015/2016 Universitas Medan Area*.
- Harahap, U. (2000). *Laporan Kerja Praktek di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap PLN Kitlur Sumbagut Sektor Belawan Sumatera Utara*.