

JURNAL REVIEW: METODE PERANCANGAN PRODUK DALAM TEKNIK MESIN

DESIGN METHODS OF PRODUCT IN MECHANICAL ENGINEERING: A REVIEW

Zuanda Maulana Nasution⁽¹⁾, Delima Yanti Sari⁽²⁾, Rahmat Azis Nabawi⁽³⁾, Rifelino⁽⁴⁾

^{(1),(2),(3),(4)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

zuandamaulana@gmail.com

delimayanti@ft.unp.ac.id

raazana@ft.unp.ac.id

rifelino@ft.unp.ac.id

Abstrak

Kunci keberhasilan *engineer* dalam merancang dan mengembangkan produk ialah metode perancangan yang digunakan. Zaman sekarang tersedia banyak macam dari metode untuk merancang alat atau mesin seperti metode French, Pahl and Beitz, Ulman, VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) dan metode Ibrahim Zeid. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan 3 metode perancangan yaitu, French, Pahl and Beitz dan VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) untuk merancang sebuah alat atau mesin. Metode penelitian yang digunakan adalah *literature review* yang bersifat analisis deskriptif. Teknik desain merupakan tahapan dalam membantu teknisi menciptakan suatu produk yang dibutuhkan untuk memudahkan suatu tugas atau aktivitas manusia. Hasil pengujian ini diperoleh tahapan kegiatan tiap metode perancangan. Metode French terdiri dari *analysis of the problem, conceptual design, embodiment of schemes dan detailing*. Metode Pahl and Beitz terdiri dari *clarification and definition of problem, function structures, basic solution, modular structures, preliminary embodiment design, overall embodiment design dan product documentation*. Metode VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) terdiri dari *clarification of the task, conceptual design, embodiment concept dan detail design*. Kesimpulan penelitian menjelaskan metode VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) merupakan metode perancangan dengan tahap yang kompleks dimana tiap tahapan dijelaskan secara rinci sehingga dapat membantu *engineer*, terutama *engineer* pemula dalam pembuatan dan pengembangan produk terutama bidang teknik mesin.

Kata Kunci : *Engineer*, Metode Perancangan, French, Pahl and Beitz, VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*)

Abstract

The key to the success of engineers in designing and developing products is the design method used. Today there are many kinds of methods for designing tools or machines such as the French method, Pahl and Beitz, Ulman, VDI (Veren Deutcher Ingenieure) and the Ibrahim Zeid method. The aim of this research is to compare 3 design methods, namely, French, Pahl and Beitz and VDI (Veren Deutcher Ingenieure) to design a tool or machine. The research method used is a literature review that is descriptive analysis. Engineering design is a stage in helping technicians create a product that is needed to facilitate a task or human activity. The results of this test obtained the activity stages of each design method. The French method consists of analysis of the problem, conceptual design, embodiment of schemes and detailing. The Pahl and Beitz method consists of clarification and definition of problem, function structures, basic solution, modular structures, preliminary embodiment design, overall embodiment design and product documentation. The VDI method (Veren Deutcher Ingenieure) consists of clarification of the task, conceptual design, embodiment concept and detail design. The conclusion of the study explains that the VDI (Veren Deutcher Ingenieure) method is a design method with complex stages where each stage is described in detail so that it can help engineers, especially engineers in manufacturing and product development, especially in the field of mechanical engineering.

Keywords: *Engineer, Design Method, French, Pahl and Beitz, VDI (Veren Deutcher Ingenieure)*

I. Pendahuluan

Engineer adalah seorang profesional yang menciptakan, merancang, dan memelihara berbagai mesin, struktur dan sistem data. Seorang *engineer* memiliki tanggung jawab dalam menciptakan dan mengembangkan teknologi baru untuk memecahkan berbagai masalah. *Engineer* menggunakan ilmu sains dan matematika untuk memecahkan masalah dan memanfaatkan penemuan baru (inovasi), guna memajukan cara manusia menggunakan produk atau melakukan tugas. *Engineer* harus dapat fokus pada fitur sistem atau produk yang terkait erat dengan sifat, persyaratan, dan minat orang (Arif, 2016). Kunci keterampilan bagi seorang *engineer* berupa kreativitas, Prinsip awal matematika, statistik, komputer, grafik, dan bahasa dikumpulkan terhadap keterampilan komunikasi dan kemampuan memecahkan masalah yang terkait dengan pengetahuan teknologi untuk menghasilkan rencana yang menghasilkan produk yang bisa dipakai, dilakukan produksi, dan disebar di pasaran diluar akan siapa yang membuat maupun menerapkannya (Mahardika, 2020). Perencanaan yakni memiliki orientasi akan masa depan, melibatkan manajemen dan pengambilan keputusan, dan mengikuti proses formal untuk mencapai hasil nyata dalam berbagai konteks pengambilan keputusan (Taufiqurokhman, 2008). Perencanaan merupakan dimensi ruang dan waktu, oleh karena itu perlu penjelasan tentang kejadian masa lalu dan masa kini serta bagaimana mereka didistribusikan secara spasial (Rustiadi, 2018). Menurut Irvan (2015), Perencanaan desain adalah terletak pada pengembangan konsep. Perencanaan bisa meminimalisir aktivitas yang bertabrakan dan tidak bermanfaat (Haq, 2014). Perencanaan adalah prosedur yang memerlukan pemilihan tugas, membangun strategi keseluruhan untuk mencapai tujuan yang dinyatakan, dan menciptakan hierarki rencana menyeluruh untuk mengintegrasikan dan mengoordinasikan operasi. Ini juga melibatkan memutuskan tujuan atau sasaran masa depan organisasi (Indra, dkk., 2021). Perencanaan harus dilakukan selama ada hal-hal yang harus dikelola; dengan kata lain perencanaan (*planning*) merupakan aspek integral dari segala sesuatu dan setiap jenis pekerjaan manajemen (manajemen). Untuk membayangkan dan merumuskan tindakan yang disarankan dan pemikiran yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang terbaik, perencanaan tindakan memilih dan menghubungkan informasi, menciptakan dan menggunakan asumsi tentang waktu yang akan digambarkan (Taufiqurokhman, 2008).

Rekayasa desain adalah kegiatan yang diawali dengan pikiran akan inovasi untuk desain, maupun kapasitas dalam membuat karya dan kreativitas dimana secara akurat bisa mencerminkan keinginan pasar sebagai hasil studi dan kemajuan teknologi (Prasetyowibowo,

2000). Merancang adalah upaya mengumpulkan, memperoleh, dan menghasilkan barang baru yang bermanfaat bagi kehidupan manusia (Irawan, 2017). Desain adalah konstruksi segala sesuatu yang memiliki keberadaan fisik atau produksi suatu aktivitas yang mengarah pada hasil yang diinginkan (Junianto, dkk., 2019). Merancang alat dan sistem mekanis membutuhkan kemampuan untuk menciptakan bagian-bagian mesin individual yang membentuk sistem serta kemampuan untuk menghubungkan berbagai bagian mesin ke dalam sistem yang kohesif dan andal yang akan memenuhi apa yang diminta konsumen (Nur, 2018). Produk mekanis harus dibuat, atau dibangun, agar tidak rusak saat digunakan sebagaimana dimaksud. Sebelum suatu produk diproduksi, dilakukan proses desain terlebih dahulu, dan hal ini akan menghasilkan gambaran atau perkiraan dasar dari hasil yang akan dirancang. Desain dibuat dengan keputusan kunci yang mempengaruhi aktivitas lain yang mengikutinya (Sutrisna, dkk., 2019). Proses desain suatu produk telah dibagi menjadi beberapa tahapan atau fase dalam pengembangannya untuk membantu pembuatan konsep desain, jenis desain, persyaratan desain, dan kategori desain. Menurut Raswan, dkk (2013), Proses desain produk terdiri dari empat tahap yang harus diselesaikan: definisi proyek, perencanaan proyek, dan pembuatan persyaratan teknis untuk produk; desain konsep produk; desain perwujudan produk; dan penyusunan dokumen untuk pembuatan produk (Permana, dkk 2021), Produk akhir dari proses desain adalah gambar desain. Dalam hal menggambarkan item secara lebih mendalam dan membatasi potensi interpretasi, gambar adalah suplemen untuk kata-kata lisan dan tertulis (Istanto, 2004). Menggunakan campuran garis dan simbol dimana memiliki makna sejalan terhadap norma-norma teknik mesin yang ditetapkan, gambaran teknik mesin berfungsi sebagai media untuk komunikasi pada komunitas teknik (Mahardika, 2020). Dua atau tiga dimensi dapat digunakan untuk menggambarkan produk. biasanya, visual 3 dimensi lebih sederhana bagi kebanyakan individu untuk memahami dalam hal dimensi (Raahmayanti, dkk., 2018).

Suatu produk merupakan suatu keluaran (*output*) dari suatu proses manufaktur, dan bahan baku yang diberikan nilai tambah selama proses produksi (bahan masukan) (Chrisdiyanto, dkk., 2014). Menciptakan *output* berupa produk dan jasa (Kadim, 2017). Perancangan produk merupakan tahapan proses penciptaan yang didasarkan pada bentuk, ukuran, dan model warna tertentu (Nurochim, dkk., 2021). Bidang desain produk mencakup item yang lebih luas, seperti barang teknis atau komersial yang belum pernah dibuat sebelumnya (Wibowo, 2006). Menurut Tampubolon, dkk., (2020), desain produk memberikan gambaran fisik dari barang yang diproduksi. (Frans, 2018) mengklaim bahwa gaya tersebut disebut sebagai

NIDA. Langkah awal seorang desainer melibatkan penetapan dan pengidentifikasian kebutuhan. Setelah mengembangkan konsep yang akan menghasilkan berbagai pilihan yang sesuai dengan tujuan ini, perancang akan dapat memilih (membuat keputusan) alternatif terbaik setelah mengevaluasi dan menganalisis setiap opsi. Akhirnya, prosedur produksi (aksi) dipraktikkan. Proses tersebut terdiri dari serangkaian tindakan yang terorganisir secara logis dan sistematis (Aditya, 2016). Metode dibuat untuk informasi aksi untuk menjalankan suatu hal yang sudah memiliki standar dan teruji sebelumnya (Noorwatha, 2020). Wasisto (2016) menyatakan, metode desain mengambil bentuk langkah-langkah, metode, alat, atau peralatan yang digunakan dalam mendesain dan yang secara jelas mendefinisikan berbagai tindakan yang memungkinkan desainer untuk menggunakan dan mengintegrasikan seluruh proses desain. Tujuan metode desain adalah untuk memperkenalkan metode rasional ke dalam proses desain (Susanto, 2014). Memanfaatkan proses desain memiliki keuntungan karena dapat menjawab berbagai persyaratan sebuah hasil dalam pemenuhan kebutuhan dan preferensi pelanggan (Wiraghani & Prasnowo, 2017). Sebuah produk dapat dirancang menggunakan sejumlah metodologi desain yang berbeda, termasuk pendekatan French, Pahl dan Beitz, Ulman, VDI (Veren Deutcher Ingenieure), dan Ibrahim Zeid (Nursyahuddin, 2014).

Tujuan penelitian adalah membandingkan 3 metode perancangan yaitu French, Pahl and Beitz dan VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) untuk merancang sebuah alat atau mesin untuk mengetahui kelebihan dan kekurangannya. Pendekatan studi melibatkan membaca berbagai artikel jurnal dari studi sebelumnya yang terkonsentrasi pada perbandingan metodologi desain.

II. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu *literature review*. *Literatur review* atau tinjauan pustaka adalah studi yang secara kritis mengevaluasi atau menilai informasi, konsep, atau penemuan yang ditemukan dalam korpus literatur akademik dan mengembangkan kontribusi teoretis dan metodologis untuk isu-isu tertentu (Cooper, 2010). Metodologi penelitian ini adalah analisis deskriptif, yang memerlukan pemecahan data yang dikumpulkan secara rutin sebelum memberikan pemahaman dan membenaran yang masuk akal bagi pembaca.

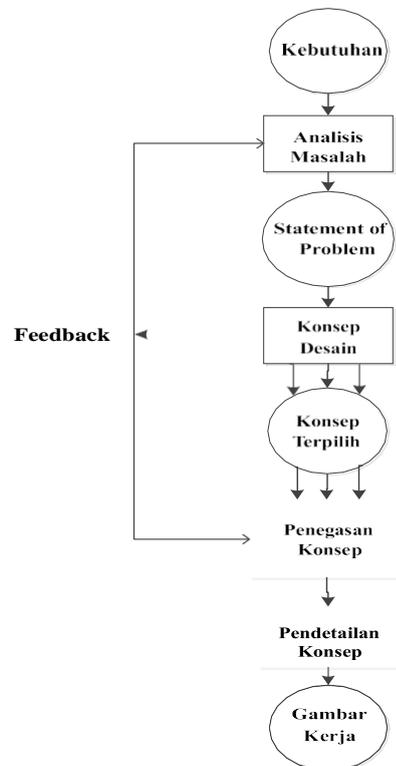
III. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

literatur yang dicermati, diketahui karakteristik beberapa metode perancangan dalam merancang sebuah produk bidang keahlian teknik mesin. Masing-masing metode mempunyai potensi dan kelemahan

nya. Dalam proses berkembangnya tahap dalam merancang dibuat rumusan dalam beberapa siklus atau beberapa tahap. Pembahasan *review* metode perancangan ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan metode perancangan antara metode French, Pahl and Beitz dan VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) dengan merangkum hasil penelitian sebelumnya.

1. Metode French



Gambar 3.1. Block diagram (M. J French, 1985)

Metode perancangan French dikemukakan oleh Michael J. French pada tahun 1971. M. J French (1985) dalam bukunya "*Conceptual Design for Engineers*" desain merupakan semua proses konsepsi, penemuan, visualisasi, kalkulasi, penyusunan, penyempurnaan, dan spesifikasi detail yang menentukan bentuk rekayasa. Pada metode French memiliki blok diagram proses desain, dimana bentuk lingkaran pada blok diagram mewakili tahapan yang dicapai dan persegi panjang mewakili kegiatan yang berlangsung.

a. Analysis of problem

Bagian ini terdiri dari mengidentifikasi kebutuhan yang diinginkan dengan menemukan dan mendefinisikan masalah. Terdapat 3 elemen pernyataan masalah yaitu masalah desain, batasan persyaratan dan kriteria keunggulan atau solusi yang diberikan.

b. Conceptual design

Bagian ini terdiri dari pernyataan masalah dan menghasilkan solusi yang luas dalam bentuk skema dengan ruang lingkup untuk pengembangan.

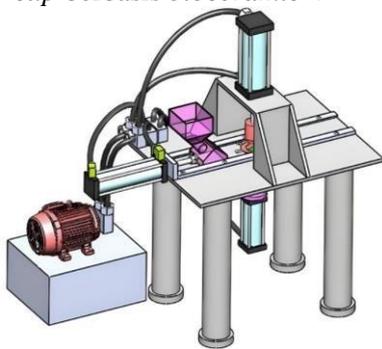
c. Embodiment of schemes

Bagian ini merupakan perwujudan skema. Fase skema terdiri dari beberapa skema pilihan (varian konsep) yang dikerjakan secara detail berupa desain konseptual.

d. Detailing

Bagian ini fase terakhir, dimana kualitas desain (gambar kerja) harus baik dengan menggunakan komputer (*software*) untuk mengurangi kemungkinan kesalahan. Terdapat 3 masalah dalam desain yaitu pembuatan skema yang baik (desain konseptual), pemilihan solusi terbaik dalam perwujudan desain dan evaluasi alternatif.

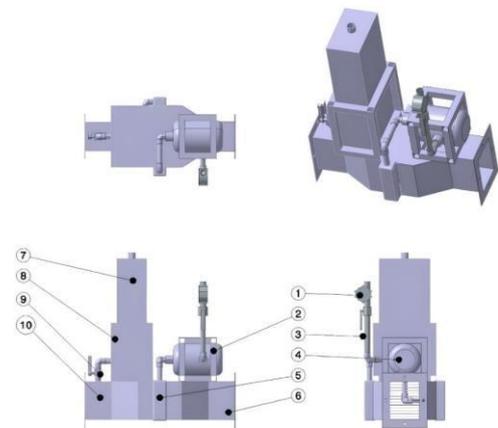
Metode perancangan French diaplikasikan oleh (Widigdo, 2019) dalam “perancangan mesin pencetak *acetabular cup* berbasis *bioceramic*”.



Gambar 3.2. Mesin pencetak *acetabular cup* (Widigdo, 2019)

Beberapa produsen cangkir *acetabular* saat ini menggunakan teknik pencetakan untuk membuat bentuk produk setengah jadi sebelum beralih ke prosedur pemesinan bubut untuk membuat bentuk produk akhir. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menciptakan alat cetak dan cetakan yang dapat menghasilkan produk jadi dengan cara yang dapat mendukung suatu proses manufaktur. Dimulai dengan fase analisis kebutuhan dan berlanjut ke fase perincian konseptual, proses penelitian menggunakan metodologi Michael J. French. Perangkat pencetakan dengan penggerak hidrolik dan produk beton yang menggunakan sistem pemadatan bubuk adalah produk akhir dari desain (pemadatan bubuk). Desain mesin dilengkapi dengan cetakan yang mudah diganti agar sesuai dengan variasi ukuran cangkir *acetabular* untuk menerima dimensi variabel cangkir *acetabular*. Desain mesin tersebut harus mampu menghasilkan 341 barang setiap jamnya.

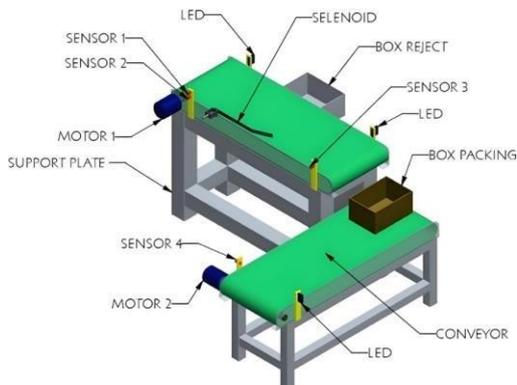
“Perancangan pembangkit listrik tenaga uap skala laboratorium yang memanfaatkan energi panas terbuang hasil pembakaran proses pirolisis menggunakan metode French” oleh Zariatn, dkk., (2018). Dengan meningkatnya jumlah sampah, pirolisis mulai lebih sering dimanfaatkan guna membuat perubahan dari sampah menjadi minyak plastik dimana bisa digabungkan dengan bahan bakar diesel.



Gambar 3.3. Desain reaktor biodigester (Zariatn, dkk 2018)

Namun, panas yang dihasilkan oleh pembakaran plastik di reaktor pirolisis cukup signifikan dan hilang sia-sia. Panas ini dengan demikian nantinya digunakan dan dibuat menjadi energi listrik. Perancangan pembangkit listrik sendiri akan dibahas dalam penelitian ini, dimulai dengan identifikasi kebutuhan, pembangkitan ide, pemilihan konsep, penyediaan bentuk konsep, spesifikasi desain, dan analisis aliran fluida pada turbin uap ini. Energi panas limbah reaktor pirolisis digunakan dalam sistem operasi PLTU ini untuk memanaskan air di penukar panas, yang selanjutnya memanaskan air sampai terbentuk untuk menggerakkan turbin. Turbin ini nantinya akan membuat pergerakan akan generator, dan menciptakan listrik. Berdasarkan temuan pemilihan variasi yang telah dilakukan, varian 1 memiliki bobot total 3,28, sedangkan varian 2 memiliki berat 3,6. Ketika nilai total variasi ide dihitung, dan hasil varian 1 merupakan 0,273 tetapi varian 2 yaitu 0,3, varian 2 dipilih sebagai opsi yang lebih disukai dengan bobot lebih besar daripada varian 2. suhunya adalah 161.86531°C. “Rancang bangun simulator sistem pengepakan produk berbasis *programmable logic control*” oleh (Zariatn, 2016). Penggunaan mesin, elektronik, sistem kontrol, dan komputer dalam pengoperasian dan mengelola tahapan manufaktur disebut sebagai otomatisasi. Otomatisasi digunakan di dunia nyata untuk mempersingkat waktu produksi, menghilangkan kesalahan manusia, dan membebaskan penyimpanan. Proses pengemasan yang terdiri dari beberapa langkah agar produk tetap berada dalam kemasan merupakan salah satu langkah dalam proses produksi. Perancangan simulator sistem pengemasan produk pada lini manufaktur merupakan topik yang dibahas dalam tulisan ini. Pendekatan desain French digunakan dalam proyek ini. Hasil durasi perancangan tahapan dan proses yang nyata, 16,69 dan 18,01 sekon, dibandingkan, selisih durasi antara durasi perancangan tahapan proses dan durasi proses sebenarnya adalah 1,32 sekon. Perbedaan waktu kontras dengan penundaan 1,5 sekon yang ditetapkan dalam program PLC. Karena akurasi program untuk

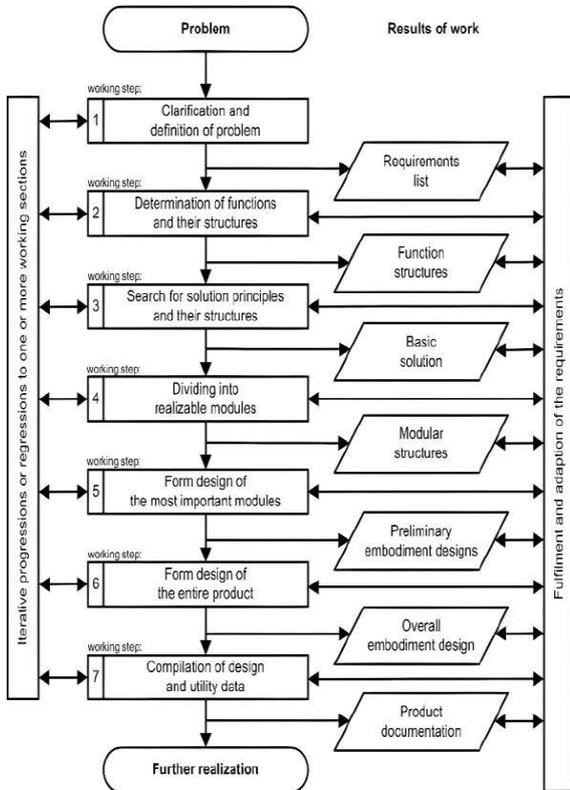
penundaan adalah 88 persen dan tetap dalam kisaran yang sangat baik, ini dapat digunakan dengan simulator pengepakan ini.



Gambar 3.4. Otomasi simulator pengepakan (Zariatin, 2016)

2. Metode Pahl and Beitz

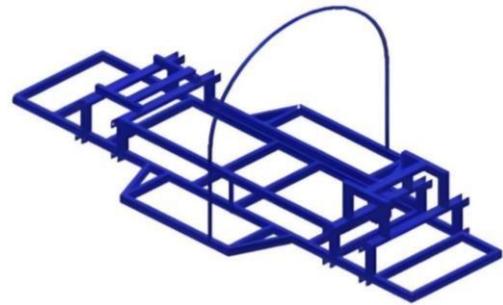
Metode perancangan Pahl & Beitz dikemukakan oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz pada tahun 1988. Pada bukunya “*Engineering design: a systematic approach 2nd edition*” desain produk harus direncanakan dan dilaksanakan dengan hati-hati secara sistematis, mengintegrasikan berbagai aspek proses desain menjadi satu kesatuan yang logis dan dapat dipahami dengan cara mengklarifikasi tugas desain dan menentukan struktur fungsional desain konseptual.



Gambar 3.5. General approach to design (Pahl, dkk 1996)

Metode perancangan Pahl and Beitz diaplikasikan oleh Syinta, dkk (2021) dalam jurnal “Analisis dan

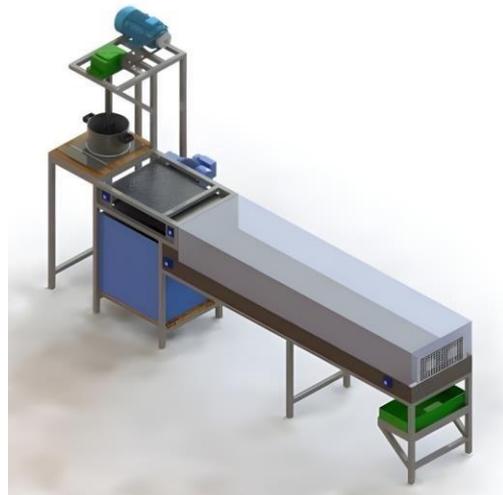
pembuatan *chassis* tipe *ladder frame* mobil kmhe *urban concept* menggunakan metode simulasi dan *pahl and beitz*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sasis tipe *ladder frame* yang dapat menyangga badan kendaraan, mesin, sistem kemudi, suspensi, dan komponen-komponen yang lain. Sasis ini akan digunakan untuk membangun mobil hemat energi dalam kategori konsep perkotaan. Menurut persyaratan KMHE, sasis ringan dibuat oleh desain ini. Mesin dipengaruhi oleh sasis yang ringan, sehingga menghemat energi. Pendekatan Pahl dan Beitz digunakan dalam pembuatan dan desain penelitian ini. Langkah awal dalam setiap proyek adalah desain. Setelah mengumpulkan data dan merancang, produksi dimulai dengan menentukan beban pada sasis menggunakan simulasi di *Autodesk Inventor*.



Gambar 3.6. Desain chassis urban concept (Syinta, dkk 2021)

Dalam pengujian *eksperiment*, temuan penelitian ini mendapatkan panjang sasis 23.890 mm, bobot sasis 343,35 N, dan nilai defleksi terhadap sasis 0,73 mm. Pengujian simulasi menghasilkan nilai *Displacement* maksimum 0,6675 mm, Tegangan *Von Mises* 213,2 MPa, dan nilai *Safety Factor minimum* 1,29 akan proses hitung uji teoritis sasis, yang menghasilkan bobot total 384,75 N.

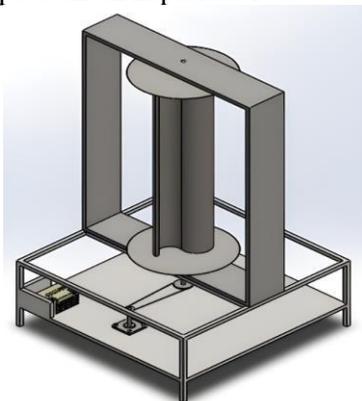
“Perancangan mesin pewarna produk *bushing* semi otomatis untuk kapasitas 5000 pcs/jam” oleh Ghiyats, dkk (2021) menggunakan metode Pahl and Beitz dalam penyelesaian perancangan.



Gambar 3.7. Desain mesin pewarna bushing semi-otomatis (Ghiyats, dkk 2021)

Mayoritas *handle* luar pintu mobil memiliki komponen bushing, yang berarti suku cadang ini masih diproduksi secara berkala. Produk bushing ini diwarnai dengan tangan, yang melibatkan langkah-langkah pengadukan dan pengeringan. Untuk 5000 buah bushing, seluruh waktu untuk pewarnaan memakan waktu sekitar 2 jam, atau 2500 buah setiap jamnya. Karena pewarnaan membutuhkan banyak waktu, itu tidak efisien dalam hal waktu. Untuk memenuhi banyak permintaan, manufaktur harus dioptimalkan, terutama prosedur pewarnaan. Oleh karena itu, mesin untuk mewarnai produk bushing harus dirancang. Tentu saja, teknik mesin harus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dalam pembuatan produk pewarnaan bushing untuk meningkatkan kapasitas dan waktu produksi. Dengan bantuan teknik Pahl dan Beitz maka dilakukan proses perancangan mesin. Ini memerlukan perencanaan, konseptualisasi, desain menyeluruh, dan pendokumentasian dalam bentuk gambar kerja dan daftar bahan. Temuan menunjukkan bahwa mesin yang memiliki dimensi 3000 (p) x 500 (l) x 1700 (t) mm dan mencakup proses mengaduk, menyaring, dan mengeringkan ini telah berhasil dibangun. Eksperimen dan kajian terhadap berbagai aspek penting juga telah menunjukkan bahwa alat berat tersebut dapat meningkatkan produktivitas, mudah digunakan (*effortless*), serta memiliki keamanan dan kenyamanan yang baik.

Maulana, dkk (2021) dalam jurnalnya “Perancangan pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin angin savonius tipe-u untuk kapasitas 100 W”.

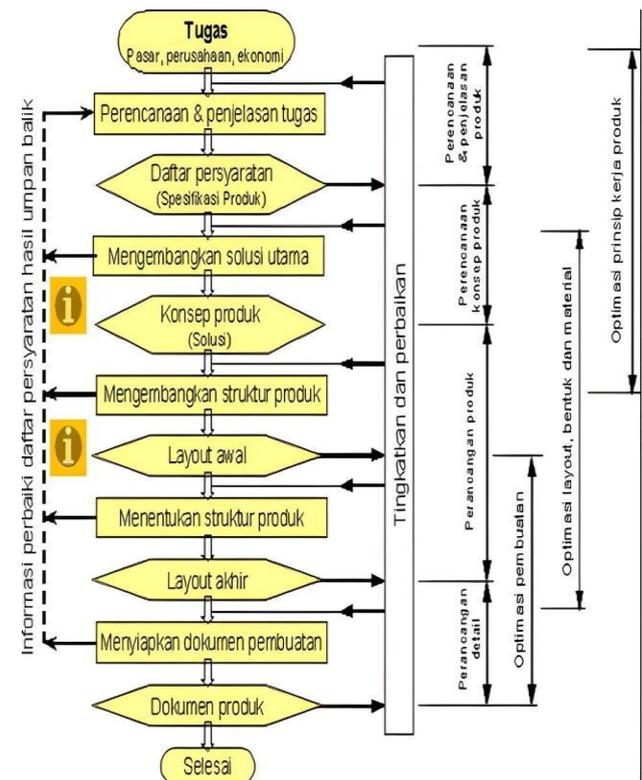


Gambar 3.8. Pembangkit listrik tenaga angin (Maulana, dkk 2021)

Dengan target minimal 23 persen saat tahun 2025 dan 31 persen ketika tahun 2050, Indonesia bertujuan agar terus meningkatkan peran energi baru dan terbarukan untuk menjamin ketahanan dan kemandirian energi. Memanfaatkan energi angin melibatkan perubahan energi mekanik angin kepada energi kinetik, yang digunakan untuk menggerakkan bilah turbin yang membuat perputaran generator dimana bisa menciptakan listrik. Pada penelitian ini digunakan pendekatan Pahl & Beitz untuk membangun pembangkit listrik tenaga angin memakai turbin

Savonius berjenis 100 W. Dimensi turbin angin Savonius adalah 3668 mm 920 mm untuk pelat baja galvanis dan 4310 mm 20 mm untuk poros yang terbuat dari baja karbon S-45 C. Dengan rata-rata kecepatan angin 4 m/s dan tingkat kelembaban 30 °C apabila turbin dipasang tepat di rotor menggunakan cara yang tepat, bisa mewujudkan kecepatan benda dalam membuat putaran turbin 199,9889 rpm, memungkinkan untuk pembuatan Savonius tipe U pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas 100 Watt.

3. Metode VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*)

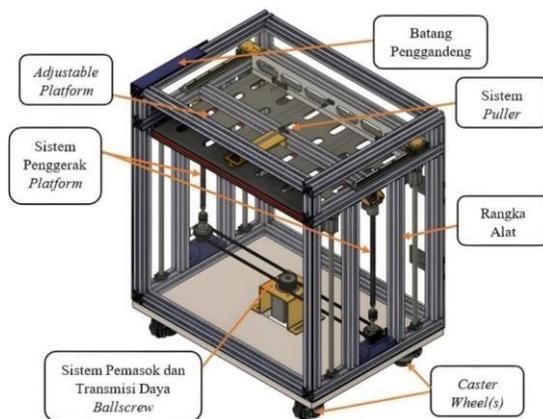


Gambar 3.9. Systematic design (Richtlinie, 1993)

Metode VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) merupakan keperluan untuk memfasilitasi proses pemikiran saat mengembangkan produk, dan metodologi desain yang sistematis dapat membantu. Selain itu, pendekatan ini sangat membantu untuk mempercepat kemampuan desainer dalam memecahkan tantangan dan memperlancar proses pembelajaran bagi seorang pemula. Tahap desain konseptual dari metode VDI mencakup langkah-langkah untuk membuat struktur fungsional yang mengidentifikasi komponen individu dari sistem rekayasa yang akan dibuat dan fungsi-fungsi yang mesti dituntaskan oleh semua komponen tersebut agar sistem secara keseluruhan dapat melakukan tugasnya.

Metode perancangan dengan metode VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) diaplikasikan oleh Christly, dkk (2021) dalam jurnalnya “Perancangan sistem *feeder* mesin *corrugated cardboard slitter* menggunakan metode VDI 2221”. Bisnis percetakan kardus harus

merevolusi metode pembuatannya, dan otomatisasi adalah cara untuk melakukannya. Dalam upaya untuk memenuhi permintaan ini, sistem pengumpan otomatis untuk pemotongan lembaran karton telah dirancang. Desain dilakukan sesuai dengan rekomendasi pendekatan VDI 2221 untuk memberikan hasil desain terbaik. Produk akhir dari desain ini adalah desain berbasis *feeder* melalui kualitas komponen yang presisi. Desainya mesti bisa memberi asupan lembar karton dengan jumlah 40 sekaligus, masing-masing dengan berat maksimum 1 kg dan ketebalan rata-rata 8 mm. Produk akhir adalah *platform* yang dapat disesuaikan yang ditenagai oleh motor *stepper* dan dua sekrup bola, bersama dengan desain pengumpan dengan sistem pengumpanan tipe penarik. Temuan penelitian ini menunjukkan dimana desain yang dirancang sudah mencapai keinginan yang sudah ditetapkan, tetapi masih memiliki ruang untuk perbaikan.



Gambar 3.10. Feeder mesin corrugated cardboard slitter (Christly, dkk 2021)

“Perancangan sepeda listrik 350 W dengan metode VDI 2221 untuk ibu rumah tangga perumahan” oleh Siregar, dkk (2021). Karena sepeda listrik digerakkan oleh listrik, yang menghasilkan lebih sedikit kebisingan, mereka dapat mengurangi polusi suara di kompleks perumahan selain mengurangi polusi udara.

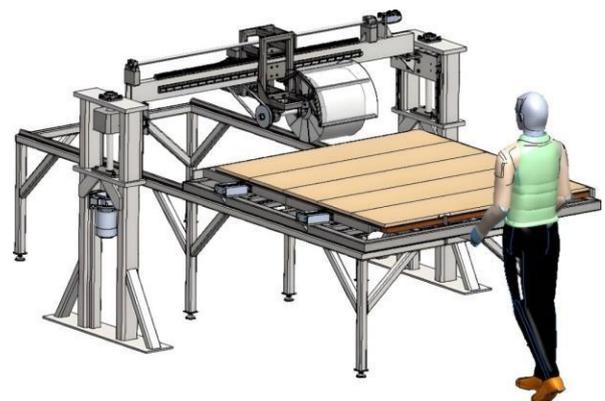


Gambar 3.11. Desain 3D sepeda listrik (Siregar, dkk 2021)

Dalam penelitian ini, sepeda listrik akan dibangun

menggunakan program *SketchUp Pro* menggunakan pendekatan VDI 2221, yang membandingkan kebutuhan, kenyamanan, dan fungsionalitas pengguna saat memilih komponen dan elemen desain. Dengan kecepatan puncak 25 km/jam dan desain 3D, konsep ini menghasilkan sepeda listrik menggunakan baterai lithium ion 48 V 10 Ah dan motor BLDC 350 W. Hasil simulasi jalan datar dengan angin sakal 25,7 km/jam dan kemiringan 4%, menggunakan daya motor 389 W dan baterai 461 W, serta simulasi jalan datar dengan kemiringan 4%, menggunakan 348 W daya motor dan 418 W baterai. Kesimpulannya, sepeda listrik dapat digunakan di kawasan kompleks perumahan karena desain motor dan kapasitas baterai.

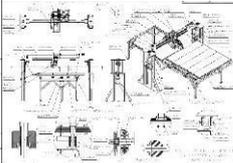
Metode perancangan dengan metode VDI (*Veren Deutscher Ingenieure*) diaplikasikan oleh Karmana, dkk (2022) dalam jurnalnya “Perancangan mesin *auto level buff* untuk komponen panel kayu *upright piano*”. *Buffing* adalah prosedur untuk membersihkan serat-serat kecil dan memoles permukaan panel kayu. Ada sembilan variasi komponen yang berbeda yang digunakan dalam perusahaan yang membuat instrumen piano.



Gambar 3.12. Model 3D mesin auto level buff (Karmana, dkk 2022)

Prosedur *buffing* yang ada mencakup sejumlah masalah yang perlu diselesaikan, termasuk peningkatan kinerja dan keselamatan kerja. Berdasarkan masalah ini, penting untuk mengembangkan mesin otomatis baru yang dapat meningkatkan produksi sekaligus menimbulkan bahaya kecelakaan kerja. *Smooth Auto Level Buff* adalah nama perangkat baru. Mesin ini dibuat menggunakan proses desain VDI 2222. Empat langkah pendekatan desain VDI 2222 adalah perencanaan, penyusunan, perancangan, dan penyelesaian. Pembuatan model dengan teknologi desain berbantuan komputer (CAD). Ide desain mesin *Auto Level Buff* yang dibuat dan diperiksa dapat meningkatkan kinerja produksi sebesar 79 hingga 98 persen dan merampingkan proses. Karena jarak operator dari roda *buff* yang berputar, pengoperasian alat berat juga lebih sederhana dan dapat meningkatkan keselamatan.

Tabel 1.1. Tahapan Kegiatan Metode

No	Metode Perancangan	Tahapan Kegiatan Metode	Kelebihan	Gambar Mesin
1	French	<i>Problem Analysis</i> <i>Design Of Conceptual Schemes Embodiment</i> <i>Detailing</i>	Mampu mengidentifikasi kebutuhan data dengan sederhana berdasarkan <i>block diagram</i>	 Gambar mesin sistem pengepakan produk berbasis <i>programmable logic control</i> (Zariatn, 2016)
2	Pahl and Beitz	<i>Problem Clarification and definition</i> <i>Structures of Function</i> <i>Solution of Basic Structures of Modular</i> <i>Design of Preliminary Embodiment</i> <i>Design of Overall embodiment</i> <i>Documentation of Product</i>	Fokus dalam pendekatan sistematis pada struktur modul dan solusi desain	 Gambar <i>chassis tipe ladder frame</i> mobil <i>kmhe urban concept</i> (Syinta, dkk 2021)
3	VDI (<i>Veren Deutcher Ingenieure</i>)	<i>Task Clarification</i> <i>Design of Conceptual Concept of Embodiment</i> <i>Design of Detail</i>	Memiliki 4 tahap perancangan untuk mengarahkan produk secara rinci sebagai perbaikan dan pengembangan produk	 Gambar mesin <i>auto level buff</i> untuk komponen panel kayu <i>upright piano</i> (Karmana, dkk 2022)

IV. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan metode perancangan diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode perancangan French terdiri dari tahapan “*analysis of the problem, conceptual design, embodiment of schemes dan detailing*” dengan kelebihan mampu mengidentifikasi kebutuhandata dengan sederhana berdasarkan *block diagram*.
2. Metode perancangan Pahl and Beitz terdiri dari tahapan “*clarification and definition of problem, function structures, basic solution, modular structures, preliminary embodiment design, overall embodiment design, dan product documentation*” dengan kelebihan fokus dalam pendekatan sistematis pada struktur modul dan solusi desain.
3. Metode perancangan VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) terdiri dari tahapan “*clarification of the task, conceptual design, embodiment concept dan detail design*” dengan kelebihan memiliki 4 tahap perancangan untuk mengarahkan produk secara rinci sebagai perbaikan dan pengembangan produk.
4. Metode VDI (*Veren Deutcher Ingenieure*) merupakan metode perancangan dengan tahap yang kompleks dimana tiap tahapan dijelaskan secara rinci sehingga dapat membantu *engineer*,

terutama *engineer* pemula dalam pembuatan dan pengembangan produk.

Referensi

- Aditya, D. Y. (2016). Pengaruh Penerapan Metode Pembelajaran Resitasi Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan), 1(2)*.
- Arif, M. (2016). *Bahan Ajar Rancangan Teknik Industri*. Deepublish.
- Chrisdiyanto, B., Siti Nandiroh, S. T., Eng, M., & Muclison Anis, S. T. (2014). Perancangan Dan Pengembangan Meja Belajar Lipat Multifungsi Yang Ergonomis Menggunakan Metode QFD (Quality Function Deployment). *Doctoral dissertation: Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Christly, Septiano, B., Halim, A., & Irawan, A. P (2021). Perancangan Sistem Feeder Mesin Corrugated Cardboard Slitter Menggunakan Metode Vdi 2221.” *PROSIDING SERINA 1.1 2021: 127-136*.
- Cooper & Taylor dalam Farisi, M. I. (2010). Pengembangan Asesmen Diri Siswa (*Student Self-Assessment*) sebagai Model Penilaian dan Pengembangan Karakter. *Konferensi Ilmiah*

Nasional" Asesmen dan Pembangunan Karakter Bangsa" HEPI UNESA 2012.

- Dedet, N., Dedison G., (2014). Proses Perancangan Sistem Mekanik dengan Pendekatan terintegrasi: Studi Kasus Perancangan Alat Uji Pin On Disc. *Vol. 21.*
- Frans, J. R. (2018). Analisis Perancangan Produk "Alat Pencetak Spasi Semen Batu Bata untuk Meningkatkan Produktivitas" (Studi Kasus: CV. Mangku Putra). *Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik.*
- French, Michael J., J. T. Gravdahl, & French, M. J. (1985). *Conceptual design for engineers.* London: Design Council
- Ghiyats, M., & Bambang, U. (2021). Perancangan Mesin Pewarna Produk Bushing Semi-Otomatis untuk Kapasitas 5000 pcs/jam. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, Vol. 12, pp. 256-261.*
- Haq, A. (2014). Perencanaan Strategis Dalam Perspektif Organisasi. *Jurnal INTEKNA: Informasi Teknik dan Niaga, 14(2).*
- Indra P, I., Husniadi, H., Akmalia, S., Musyaffa, A. A., Djuanda, G., Irawati, D., ... & Tuti Khairani, H. (2021). *Proses Perencanaan.*
- Irawan, A. P. (2017). *Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur.* Penerbit Andi.
- Irvan, M. (2015). Fase Pengembangan Konsep Produk dalam Kegiatan Perancangan dan Pengembangan Produk. *Faktor Exacta, 4(3), 261-274.*
- Istanto, F. H. (2004). Gambar Sebagai Alat Komunikasi Visual. *Nirmana, 2(1).*
- Junianto, Putra, A & Riyadi, S. (2019). Perancangan Pemanas Air Tenaga Surya Pasif Kapasitas 20 Liter. *185-194.*
- Kadim, A. (2017). *Penerapan Manajemen Produksi & Operasi di Industri Manufaktur.*
- Karmana, A., Ilyas, I. P., & Ramdan, A. (2022). Perancangan Mesin Auto Level Buff Untuk Komponen Panel Kayu Upright Piano. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur, 4(1), 11-24.*
- Mahardika, B. (2020). *Identifikasi Alat Ukur Dan Rancang Bangun Box Negative Pressure Di Cv. Berkah Anugerah Teknologi Surabaya.*
- Maulana, E., Djatmiko, E., Mahandika, D., & Putra, R. C. (2021). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Turbin Angin Savonius Tipe-U untuk Kapasitas 100 W. *Jurnal Asimetri: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi, 183-190.*
- Mustofa, R., Ismail, R., & Setiyana, B. (2022). Perancangan Dan Pengembangan Produk Alat Terapi Jari Untuk Membantu Proses Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke. *Jurnal Teknik Mesin, 10(2), 1-6.*
- Noorwatha, I. K. D. (2020). *Rachana Vidhi: Metode Desain Interior Berbasis Budaya Lokal dan Revolusi Industri 4.0.* I Kadek Dwi Noorwatha.
- Nur, R., & Suyuti, M. A. (2018). *Perancangan mesin-mesin industri.* Deepublish.
- Nurochim, S., As'ad, N. R., & Rukmana, A. N. (2021). Perancangan Produk Waistbag dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Riset Teknik Industri, 1(1), 1-13.*
- Pahl, Gerhard, and Wolfgang Beitz. (1988). *Engineering design: a systematic approach.* "Nasa Sti/recon Technical Report A 89, 47350.
- Permana, Yoga, & Riyadi, S. (2021) "Perancangan Mesin Peniris Minyak Dengan Sistem Putar." *Jurnal Media Teknologi 8(1), 9-22.*
- Prasetyowibowo, B. (2000). *Evaluasi Ergonomis dalam Desain, FTSP – FTI. ITS. Surabaya.*
- Raahmayanti, D., Meilani, D., Zadry, H. R., & Saputra, D. A. (2018). Perancangan produk dan aplikasinya. *Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK), Universitas Andalas, Padang.*
- Raswan, A., Suryo, S. H., Jamari, J., & Haryanto, I. (2013). Perancangan Mesin Remas (Squeeze Machine) Untuk Terapi Autisme. *ROTASI, 15(3), 1-7.*
- Richtlinie, V. D. I. (2007). 2221 (1993): Methodik zum entwickeln und konstruieren technischer systeme und produkte. *VDI-Verlag, Düsseldorf.*
- Rustiadi, E. (2018). *Perencanaan dan pengembangan wilayah.* Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Siregar, S. A. K. (2021). Perancangan Sepeda Listrik 350 W dengan Metode VDI 2221 untuk Ibu Rumah Tangga Perumahan. In *Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO) (PP. 9-17).*
- Susanto, A. (2014). Perancangan meja kerja untuk alat pres plastik yang ergonomis menggunakan metode rasional dan pendekatan anthropometri. *Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.*
- Sutrisna, A., Kamaharudin, S., Panuh, D., & Raharjo, J. (2019). Perancangan Mesin Penghancur Daun Kering Menggunakan Lima Mata Pisau. *Journal*

of Renewable Energy and Mechanics, 2(02), 66-80.

- Syinta, R. A. (2021). Analisis Dan Pembuatan Chassis Tipe Ladder Frame Mobil Kmhe Urban Concept Menggunakan Metode Simulasi Dan Pahl And Beitz. *ENOTEK: Jurnal Energi dan Inovasi Teknologi*, 1(01), 14-18.
- Tampubolon, F., Pratama, Y., & Dirgayussa, I. G. E. (2020). Perancangan, Implementasi Monitoring dan Kontrol Alat Pemanggang Kopi. *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, 12(2), 69-75.
- Taufiqurokhman. (2008). Konsep dan Kajian Ilmu Perencanaan. *Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama*, 1–106.
- Wasisto, S. (2016). Perancangan Mesin Peniris Untuk Aneka Makanan Ringan Hasil Gorengan. *Doctoral dissertation: UAJY*.
- Wibowo, D. B. (2006). Memahami Reverse Engineering Melalui Pembongkaran Produk di Program S-1 Teknik Mesin. *TRAKSI*, 4(1).
- Widigdo, S. P. K. (2019). *Perancangan Mesin Pencetak Acetabular Cup Berbahan Bioceramic*.
- Wiraghani, Rahmawan, S., & Adhi, M. P. (2017). Perancangan dan Pengembangan Produk Alat Potong Sol Sandal. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(1), 73-76.
- Zariatin, D. L. (2016). Rancang Bangun Simulator Sistem Pengepakan Produk Berbasis Programmable Logic Control. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 10(2).
- Zariatin, D. L., Lesmana, I. G. E., & Yudea, Y. (2018). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Laboratorium Yang Memanfaatkan Energi Panas Terbuang Hasil Pembakaran Proses Pirolisis: Energi Baru Terbarukan (EBT). *Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek)* (pp. 77-85).