



# **KOMPLEKSITAS PRODUK MANUFAKTUR UPAYA MENUJU *HUMAN-LESS PROCESS***

**Hendri Dwi Saptioratri Budiono**

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai  
**Guru Besar dalam Bidang Ilmu Kompleksitas  
Produk Manufaktur**  
Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Depok, 26 Juli 2023



# **KOMPLEKSITAS PRODUK MANUFAKTUR UPAYA MENUJU *HUMAN-LESS PROCESS***

**Hendri Dwi Saptioratri Budiono**

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai  
**Guru Besar dalam Bidang Ilmu Kompleksitas  
Produk Manufaktur**  
Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Depok, 26 Juli 2023

Kompleksitas Produk Manufaktur Upaya Menuju *Human-less Process*

ISBN : 978-623-333-556-0

E-ISBN : 978-623-333-557-7 (PDF)

©Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip, memperbanyak dan menerjemahkan sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa ijin tertulis dari penulis dan penerbit.

Cetakan 2023

Diterbitkan pertama kali oleh UI Publishing  
Anggota IKAPI & APPTI  
Jalan Salemba 4, Jakarta 10430  
0818 436 500  
E-mail: [uipublishing@ui.ac.id](mailto:uipublishing@ui.ac.id)

**PANTANG MENYERAH**

*HENDRI DS BUDIONO, Puri Anggrek  
Mas, Depok 18 Februari 2021*

*Temaram senja penuh gelora  
Pancaran sinar mentari perlahan  
meredup  
menghantarkan siang menuju  
kehangatan malam*

*Hari hari penat berlalu  
sarat karya penuh semangat  
Ayun langkah tegap  
sarat kerja bercucur keringat  
Kejar asa songsong harapan mentari  
esok*

*Yakin...yakin...yakinlah kawan  
kita pasti akan tambah hebat  
curahan bakat, ilmu, keringat, air  
mata dan darahmu mengalir dalam  
kerja, karya dan cipta*

*Mengabdikan dalam sunyi dan gempita  
Mengabdikan dengan suka dan cita  
Menjaga marwah Makara Universitas  
Indonesia  
Dalam bakti terwujudnya Indonesia  
sejahtera*

**KUASA ILLAHI**

*HENDRI DS BUDIONO, Puri Anggrek  
Mas, 22 Juni 2021*

*Fajar menyingsing mengintip pagi  
Sang surya menyinari bumi pertanda  
awal kehidupan  
Embun pagi menetes menebarkan bau  
harum semerbak  
Kokok ayam, kicauan merdu karya  
agung sang pencipta*

*Semilir angin menghantarkan waktu  
kerja dunia fana manusia berbekal  
iman dan tawakal  
Senyum bahagia dibibir merah  
mengiringi langkah perjuangan  
kehidupan  
menggapai suasana bahagia  
menyelimuti diri*

*Canda, sapa, tawa, tegur dan rembug  
antara rekan dan teman, sanak dan  
keluarga, handai dan taulan  
bertatapan hati dan mata  
melalui bola mata maupun bantuan  
kamera*

*Syukur atas kuasa illahi ku panjatkan  
Kebesaran atas kuasamu illahi robbi  
Atas rahmatmu, atas berkahmu, atas  
kuasamu  
Berkah bahagia, berkah umur, berkah  
rezeki dan berkah sehat*

*Fabiyyi ala irobbikuma tukadziban,  
"Maka nikmat Tuhan kamu yang  
manakah yang kamu dustakan"  
surat Ar Rahman*

## Kata Pengantar

Alhamdulillah robbil 'alamin segala puji hanya bagi Allah Rob semesta alam. Shalawat bagi Nabi Muhammad shallallahu 'alaihi wasallam, keluarga beliau, para sahabat dan pengikutnya hingga hari kiamat.

Kompleksitas merupakan manajemen atau pengelolaan dari beberapa informasi yang terhubung dengan produk secara fisik dan secara proses. Tantangan dunia manufaktur mendorong pelaku yang harus sensitif terhadap kecepatan menghasilkan produk, biaya produk yang murah, peningkatan kualitas produk yang tinggi, kehandalan fungsi, maka penulis mengangkat judul “Kompleksitas Produk Manufaktur menuju *Humas-less Process*” sebagai judul buku Pidato Pengukuhan Guru Besar Dalam Bidang Teknik Kompleksitas Produk Manufaktur pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. *Human-less* disini diartikan pengurangan terhadap keterlibatan manusia.

Buku ini merupakan rangkuman teori kompleksitas dan penelitian-penelitian terkait yang telah dilakukan termasuk implementasinya pada berbagai bidang, antara lain: kompleksitas proses identifikasi fitur geometri suatu rancangan produk, proses pemesinan, proses *casting*, jasa pelayanan kendaraan otomotif, kompleksitas proses sangrai biji kopi, serta aplikasinya di Industri. Dalam buku ini juga disampaikan hal berkaitan dengan tantangan dunia manufaktur kedepan dengan berkembangannya teknologi baru yang merubah pandangan bahwa kedepannya makin rumitnya suatu disain produk tidak akan berdampak kepada kerumitan proses manufakturnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan buku ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, penulis memohon maaf untuk segala kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan buku ini. Penulis sangat terbuka akan

segala jenis kritik dan saran yang akan membuat penulis menjadi lebih baik lagi kedepannya. Selain itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan nasihat selama proses penyusunan buku ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga buku ini bermanfaat bagi para peneliti serta masyarakat industri dan umum.

Analogi kehidupan manusia ada dua, bagaimana ia dapat bermanfaat bagi orang lain dan bagaimana ia dapat kokoh menghadapi berbagai tantangan. Saya persembahkan sebuah puisi “Akhlaq Seharum Kopi” ditulis oleh *Hendri DS Budiono, Puri Anggrek Mas 8 Oktober 2022.*

*Semilir angin bertiup sejuk seiring redanya hujan di sore hari ini*

*Secangkir kopi hitam menemani suasana galau hati ini menyelimuti keraguan menghadapi kehidupan dunia*

*Kamu itu memang hitam*

*Kamu itu memang pahit tapi*

*Kamu itu adalah temanku sore hari ini*

*Kamu itu, belum diminun saja sudah memberi manfaat ke orang dengan wangimu*

*Kamu itu, bukannya jadi rusak bila disiram air panas tapi malah jadi nikmat dan harum baunya.*

*Kawan, kegalauan ku sampai dalam kesimpulan bahwa ketika kita mendapat nikmat maka orang banyak harus bisa merasakan secara luas kebermanfaatannya.*

*Kawan, jangan takut bila engkau dalam kondisi sulit, karena di situlah potensi terbaikmu akan segera muncul.*

*Kita harus optimis, karena kita memiliki Allah Yang Maha Besar yang ada di belakang kita*

*"Jangan katakan pada Allah aku punya masalah, tetapi katakan pada masalah AKU PUNYA ALLAH Yang Maha Segalanya" (Ali bin Abi Thalib)*

Depok, 26 Juli 2023

Penulis,

Hendri Dwi Saptioratri Budiono

## Daftar Isi

Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vii
1. Pendahuluan	2
2. Desain dan Manufaktur	5
3. Kompleksitas	7
4. Aplikasi Kompleksitas Menuju <i>Human-Less Process</i>	9
5. Tantangan Masa Depan	20
Ucapan Terimakasih	28
Daftar Riwayat Hidup	33





Bismillahirrohmanirrohim,

Yang terhormat,

- Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia,
- Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Indonesia,
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Senat Akademik Universitas Indonesia,
- Sekretaris dan para Direktur di lingkungan Universitas Indonesia,
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Dewan Guru Besar Universitas Indonesia,
- Dekan dan para Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Senat Akademik Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
- Ketua, Sekretaris dan para Anggota Dewan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
- Para Dekan, Wakil Dekan dan Ketua Departemen, Ketua Program Studi, Staf Pengajar, Staf Kependidikan dan seluruh Sivitas Akademika di Lingkungan Universitas Indonesia,
- Teman seperjuangan Prof. Dr. Ir. Andi Noorsaman Soomeng, DEA, IPU dan Prof. Dr. Muhammad Dimiyati, M.Sc.
- Keluarga saya yang saya Cintai,
- Para Undangan dan hadirin yang saya muliakan,

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Pada hari yang bahagia ini, ijinkan saya terlebih dahulu memanjatkan Puji Syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya kepada kita semua sehingga upacara pengukuhan Guru Besar ini dapat terselenggara.

*Hadirin yang terhormat,*

Perkenankanlah saya pada kesempatan ini menyampaikan Pidato Ilmiah saya yang berjudul:

**KOMPLEKSITAS PRODUK MANUFAKTUR UPAYA MENUJU  
HUMAN-LESS PROCESS**

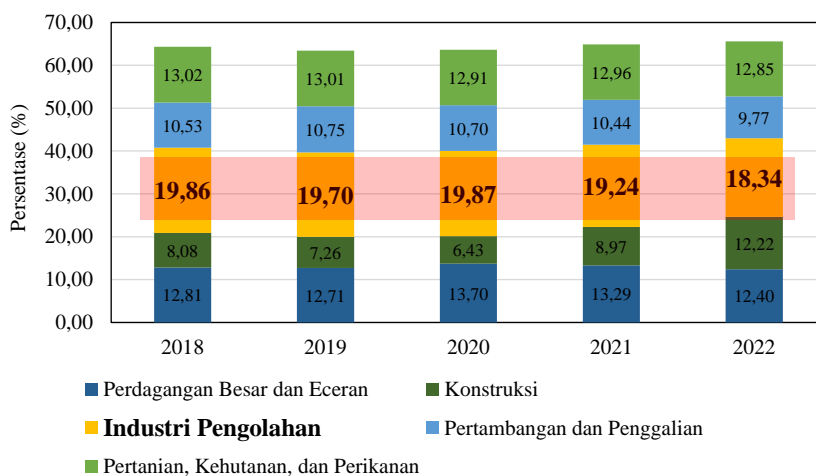
**1. Pendahuluan**

Menurut Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian, salah satu tujuan industrialisasi Indonesia adalah agar negara berperan sebagai pilar dan penggerak perekonomian nasional. Pembangunan industri diarahkan untuk mewujudkan industri berdaya saing yang terpelihara secara terpadu dan berkelanjutan untuk memberikan manfaat bagi masyarakat [1].

Industri manufaktur merupakan sektor industri yang memberikan kontribusi terbesar bagi perekonomian Indonesia [2]. Sektor industri manufaktur diharapkan dapat mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia untuk mencapai target pertumbuhan rata-rata 6% per tahun dalam lima tahun ke depan [3]. Peran industri manufaktur dalam catatan BPS masih yang terbesar pada 2022, dengan persinya mencapai 18,34% dari PDB [4]. Gambar 1 menunjukkan kontribusi industri pengolahan atau manufaktur terhadap PDB Indonesia. Indonesia perlu mencapai tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi.

### Distribusi Persentase Produk Domestik Bruto Menurut 5 Kontributor Lapangan Usaha

2018-2022



**Gambar 1. Distribusi Persentase PDB Menurut 5 Kontributor Lapangan Usaha Terbesar tahun 2018-2022**

Selain itu, menurut *S&P Global* pada tahun 2023, aktivitas manufaktur Indonesia berada di fase ekspansi selama 22 bulan beruntun, menyentuh *Purchasing Manager's Index* di level 52,5 pada bulan Juni, sehingga mengindikasikan adanya peluang besar dalam perluasan pasar dan pengoptimalan produk dalam negeri di waktu yang akan mendatang [5]. Oleh karena itu, sektor manufaktur harus memainkan peran yang lebih penting dalam mendorong transformasi struktural Indonesia [3].

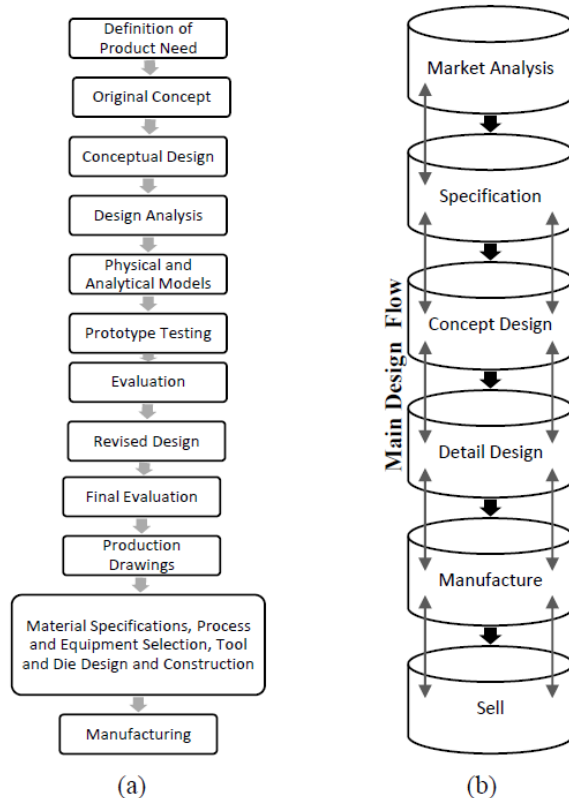
Pandemi COVID-19 terus memberikan dampak signifikan terhadap perekonomian Indonesia. Pada tahun 2020, Indonesia memasuki masa resesi setelah perekonomian nasional mengalami kontraksi selama dua triwulan berturut-turut yaitu minus 5,32% selama triwulan II dan minus 3,49% pada triwulan III tahun 2020 [6]. Dampak terhadap industri manufaktur di Indonesia bervariasi antar sektor industri. Kementerian Perindustrian atau Kementerian Perindustrian dalam siaran persnya

menyatakan bahwa kontraksi sektor manufaktur terutama dipengaruhi oleh penurunan permintaan domestik yang mampu menyerap hingga 70% dari total produksi industri manufaktur dalam negeri [7].

Menurut artikel yang diterbitkan Kementerian Perindustrian RI melalui situs resminya, pemerintah Indonesia diketahui optimis dengan pertumbuhan industri manufaktur tanah air dan perkembangannya yang dapat menjadikan Indonesia sebagai hub atau pusat manufaktur di ASEAN [8]. Gambaran ini benar karena Indonesia merupakan salah satu negara tujuan utama bagi berbagai perusahaan manufaktur yang ingin melakukan investasi dan memenuhi kebutuhan impor dan ekspor [9].

Industri manufaktur tidak lepas dari ketidakpastian pasar, tren inovasi teknologi, kondisi lingkungan yang dinamis, globalisasi pasar, persaingan, dan perubahan kebutuhan pelanggan. Seiring perkembangan industri, tantangan di lingkungan manufaktur juga meningkat. Salah satu tantangan utama adalah kompleksitas produk manufaktur [10]. Mengidentifikasi, menganalisis, dan memahami pendorong kompleksitas produk manufaktur adalah langkah pertama untuk mengembangkan dan menerapkan manajemen kompleksitas. Manajemen kompleksitas produk manufaktur adalah isu strategis yang perlu ditangani perusahaan untuk berpartisipasi dalam lingkungan yang kompetitif [11]. Selain itu pengembangan kompleksitas adalah jalan industri manufaktur menuju konsep *human-less process* dengan rekognisi dan asesmen lebih awal terhadap desain produk dan estimasi biayanya.

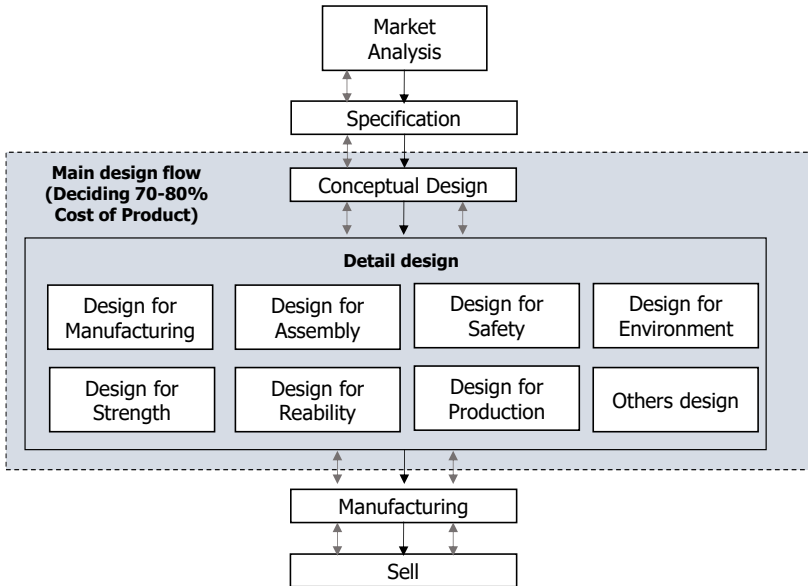
## 2. Desain dan Manufaktur



**Gambar 2. Proses desain (a) konvensional dan (b) concurrent [12]**

Desain didefinisikan sebagai suatu proses merancang suatu bagian, komponen, atau juga produk secara utuh dalam suatu industri manufaktur dengan tujuan akhir mendapatkan produk yang lebih baik dengan biaya yang lebih rendah [12].

Hal tersebut dikarenakan tidak adanya komunikasi antara bagian desain dan produksi sehingga keberulangan tersebut terjadi, Gambar 2a. Pada Pendekatan *concurrent engineering* hal ini tidak terjadi dimana adanya pola pikir terpadu antar semua bagian yang terlibat dalam perancangan produk, Gambar 2b.



Gambar 3. Alur proses dalam industri manufaktur [12]

Proses desain menentukan 70-80% dari harga akhir suatu produk [13], Gambar 3. Hal tersebut dapat dipahami dimana begitu banyak aspek yang perlu dirancang sebelum masuk dalam tahap produksi. Dapat terlihat dari Gambar 3, dimana desain tidak hanya berbicara soal aspek geometri dari suatu produk saja. Di dalam desain perlu juga dipertimbangkan kebutuhan untuk perakitan, keamanan, ke-ramah-lingkungan, cara produksi, dan banyak lagi aspek lainnya.

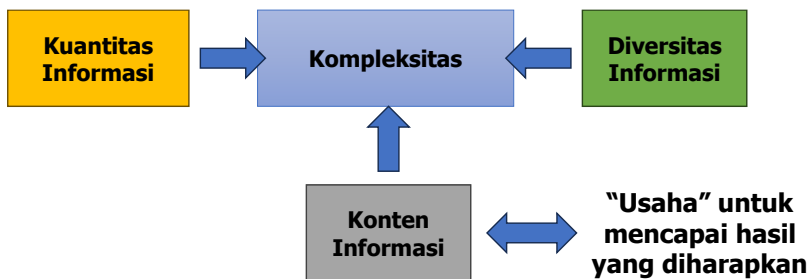
Sementara proses manufaktur adalah upaya mengubah *raw material* menjadi produk jadi yang bisa langsung digunakan [14]. Termasuk dalam manufaktur adalah proses pemesinan, *casting*, *forging*, dan *assembly*. Kegagalan dalam desain akan membuat target dari suatu industri tidak tercapai, kualitas produk yang tidak baik, dan harga produk yang tidak bersaing.

### 3. Kompleksitas

Begitu krusialnya proses desain dalam industri manufaktur sehingga perlu suatu besaran kuantitatif dalam menentukan kompleksitasnya. Berdasarkan hal tersebut maka dikembangkanlah suatu model perhitungan yang dapat mengukur hal tersebut dengan istilah Kompleksitas. Semakin tinggi nilainya maka semakin kompleks suatu desain tersebut, berlaku sebaliknya.

Kompleksitas merupakan manajemen atau pengelolaan dari beberapa informasi yang terhubung dengan produk secara fisik dan secara proses [15-18]. Terdapat tiga elemen utama pembentuk dari kompleksitas ini, yaitu kuantitas informasi (Entropi/ $H$ ), keragaman informasi ( $D_R$ ), dan konten dari informasi tersebut (koefisien kompleksitas relatif/ $c_j$ ), seperti terlihat pada **Gambar 4**. Kompleksitas proses memiliki peran dominan di antara jenis kompleksitas lainnya seperti produk, operasional, material, dan perakitan.

Karakteristik dari kompleksitas proses diinterpretasikan sebagai indeks kompleksitas proses ( $pc_x$ ), dimana indeks ini merupakan indikator yang menggambarkan tingkat kerumitan atau kompleksitas proses tertentu.



Gambar 4. Elemen dasar kompleksitas



Suatu  $pc_x$  dari suatu produk merupakan fungsi dari  $D_R$ ,  $c_j$ , dan  $H$ . Sebagaimana tergambar pada **Persamaan 1**.

$$pc_x = (D_R + c_j) * H \dots\dots\dots (1)$$

$H$  merupakan faktor kompresi dari kuantitas informasi (**Persamaan 2**) dan  $D_R$  merupakan rasio dari informasi yang unik informasi dengan total informasi (**Persamaan 3**)

$$H = \log_2(N + 1) \dots\dots\dots (2)$$

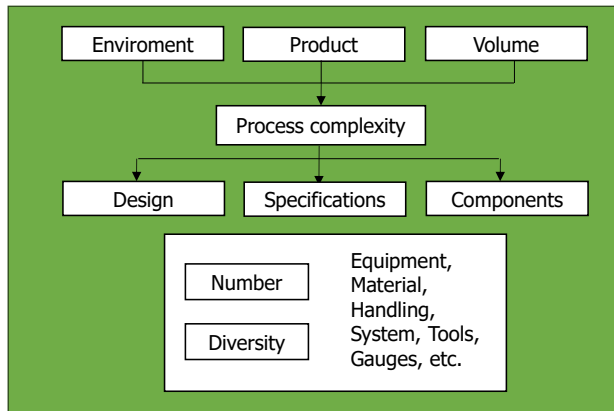
$$D_R = \frac{n}{N} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana  $N$  merupakan total informasi dan  $n$  adalah total informasi yang unik.

$c_j$  ditentukan melalui suatu koefisien pada proses atau upaya untuk mendapatkan hasil. Kompleksitas dari fitur atau pekerjaan meningkat sesuai dengan peningkatan upaya. Sebuah matriks metodologi digunakan untuk menentukan koefisien tersebut. Nilainya harus berada pada rentang 0-1, saling melengkapi dengan keragaman informasi.  $c_j$  dapat dituliskan seperti pada **Persamaan 4**.

$$c_j = \sum_{f=1}^F x_f * c_{f,feature} \dots\dots\dots (4)$$

Kompleksitas proses dipengaruhi oleh lingkungan, jenis dan kuantitas produk, Gambar 5. Indeks kompleksitas proses merupakan gabungan dari nilai masing-masing nilai kompleksitas elemen dan nilai kompleksitas produk.

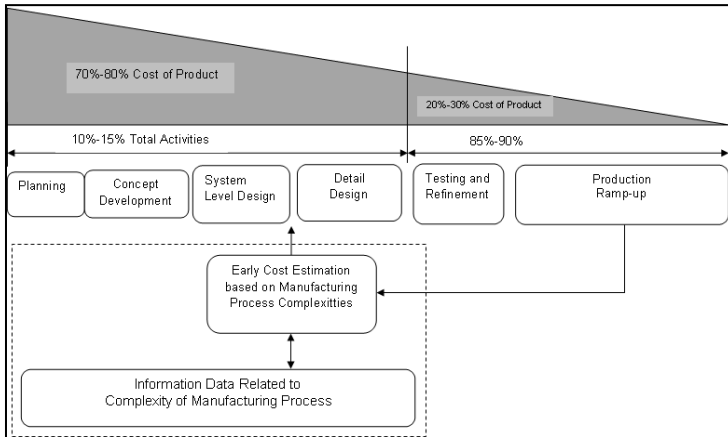


Gambar 5. Kompleksitas proses

Pemanfaatan *big data* dari indeks kompleksitas dari berbagai proses manufaktur akan menjadi jalan terbukanya peluang *human-less process* dengan penilaian kompleksitas desain di tahap awal yang menuju pada estimasi biaya.

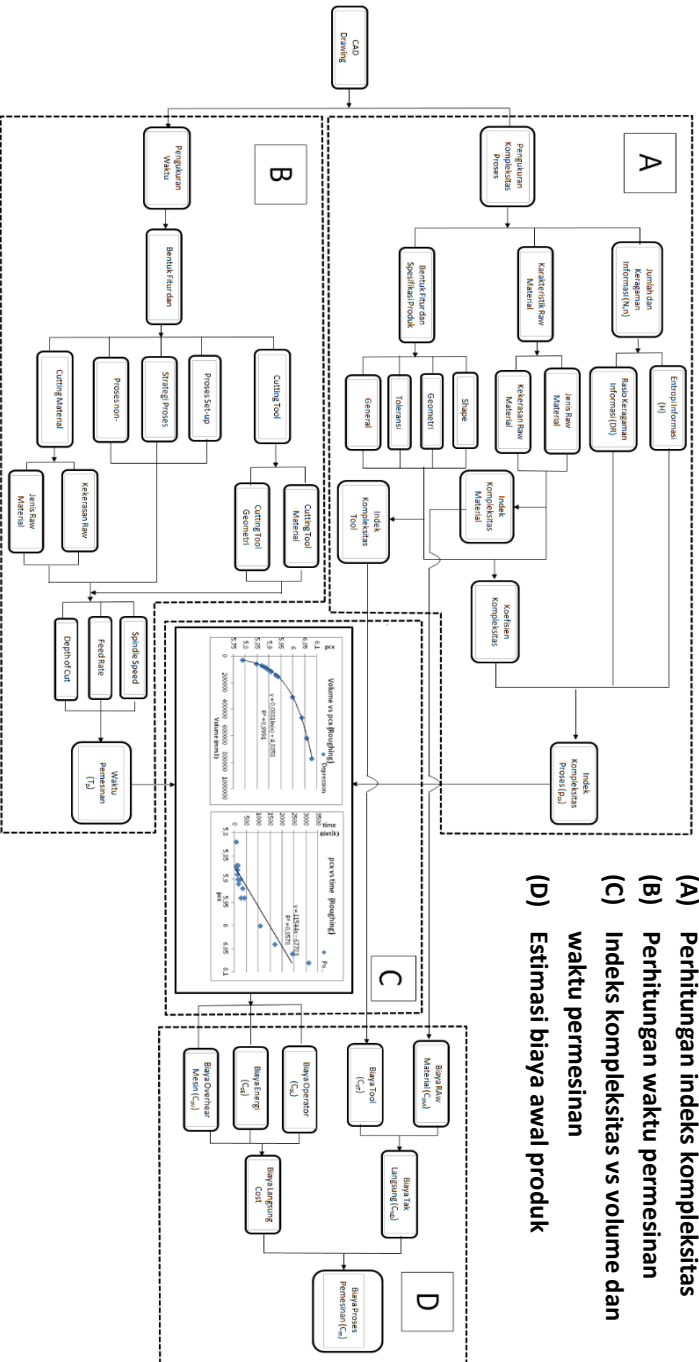
#### 4. Aplikasi Kompleksitas Menuju *Human-less process*

*Human-less process* dimaksudkan bahwa suatu proses manufaktur ke depannya melibatkan lebih sedikit manusia utamanya dalam penentuan biaya produk di tahap awal desain. Konsep ini dijumpai dengan adanya analisis indeks kompleksitas dari berbagai desain produk manufaktur. Hal ini merupakan pendekatan baru dalam estimasi biaya awal produk manufaktur. Secara konvensional, estimasi biaya dilakukan dengan melihat volume, berat, dan material dari suatu desain. Dengan perkembangan ilmu manufaktur, diketahui ada banyak aspek lain yang terkait dalam biaya produksi suatu produk. Pendekatan kompleksitas kemudian ditawarkan sebagai suatu solusi untuk mengidentifikasi desain secara lebih dalam. Gambar 6 menggambarkan suatu konsep dari analisa kompleksitas produk manufaktur menuju estimasi awal biaya produk [16-17].



**Gambar 6. Dari kompleksitas produk manufaktur ke estimasi awal biaya produk [16-17].**

Konsep ini menjadi dasar pengembangan penelitian menuju *human-less process*.



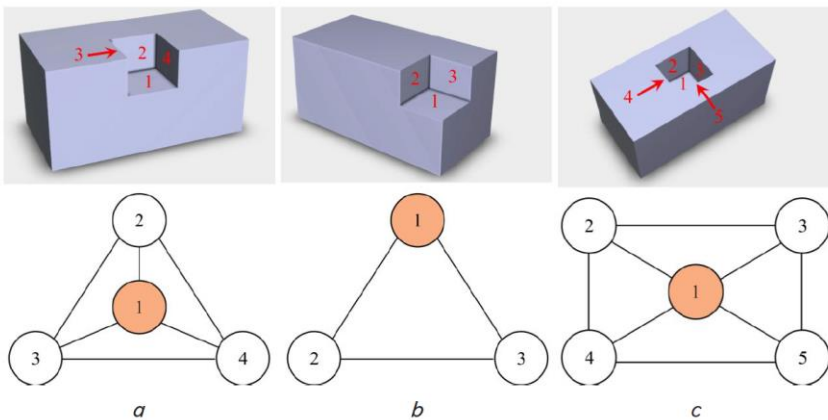
Gambar 7. Alur Pengembangan Model Perhitungan Estimasi Biaya Proses Pemesinan [16].

- (A) Perhitungan indeks kompleksitas
- (B) Perhitungan waktu pemesinan
- (C) Indeks kompleksitas vs volume dan waktu pemesinan
- (D) Estimasi biaya awal produk

#### 4.1. Model perkiraan biaya dengan pendekatan kompleksitas

Gambar 7 menggambarkan alur pengembangan model perkiraan biaya dengan pendekatan kompleksitas yang terbagi menjadi empat bagian A, B, C, dan D [16].

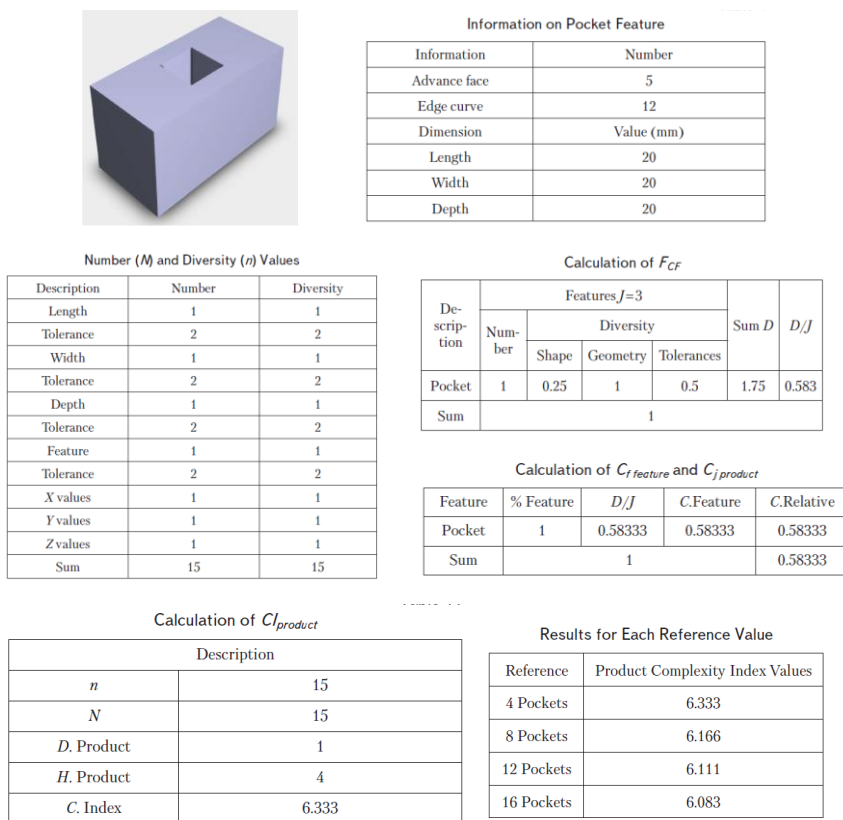
Suatu desain diawali dari representasi gambar produk yang merupakan terjemahan dari ide awal suatu produk. Fitur geometri suatu produk dalam *CAD drawing* harus diterjemahkan menjadi informasi proses manufaktur (bubut, *milling*, *casting*, dll).



**Gambar 8. CAD drawing awal suatu produk**

Gambar 8 merepresentasikan bentuk yang akan dinilai indeks kompleksitasnya [18]. Perbedaan bentuk dari produk tersebut menjadi bukti perbedaan tingkat kerumitan yang diperlukan untuk memproduksinya, yang akan direpresentasikan dengan sebuah indeks. Dalam penelitian ini, fitur dari sebuah produk dapat diketahui dengan menggunakan metode *rule-based* [18]. Dengan itu akan dengan mudah ditentukan proses permesinan yang cocok dan kemudian dapat dikuantifikasi tingkat kerumitannya menggunakan indeks kompleksitasnya. Sebuah *software* telah dikembangkan untuk

mendefinisikan proses permesinan yang sesuai dengan fitur geometri dari suatu desain [18].



Gambar 9. Perhitungan indeks kompleksitas dari proses permesinan [18].

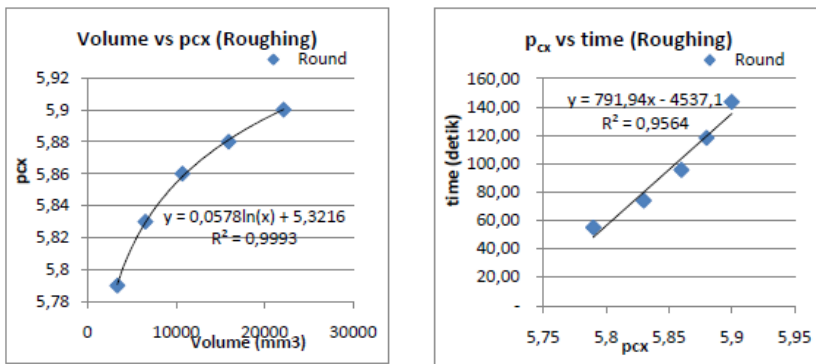
Setelah penentuan proses permesinan yang sesuai maka perhitungan kompleksitas suatu desain dapat dilakukan seperti terlihat dalam Gambar 7A. Gambar 9 memberikan gambaran suatu desain dan analisa komponen kompleksitas yang akan dianalisis.

Komponen informasi dan fitur yang telah diidentifikasi tersebut kemudian dihitung menggunakan persamaan 1-4 sehingga didapatkan

indeks kompleksitas dari suatu desain produk. Dalam gambar 9 juga tergambar adanya perbedaan fitur dari suatu desain mengubah indeks kompleksitasnya.

Gambar 7B memberikan gambaran tentang perhitungan waktu dan volume permesinan. Hal ini telah banyak dikembangkan dan digunakan dalam *software* komersial yang ada saat ini. Dengan mengetahui waktu dan volume permesinan suatu desain maka biaya produksi dapat diperhitungkan.

Gambar 7C merupakan pengembangan model hubungan antara volume dan waktu permesinan dengan kompleksitas proses yang telah dihitung.



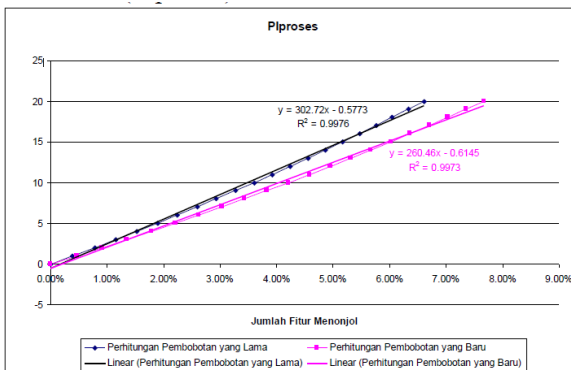
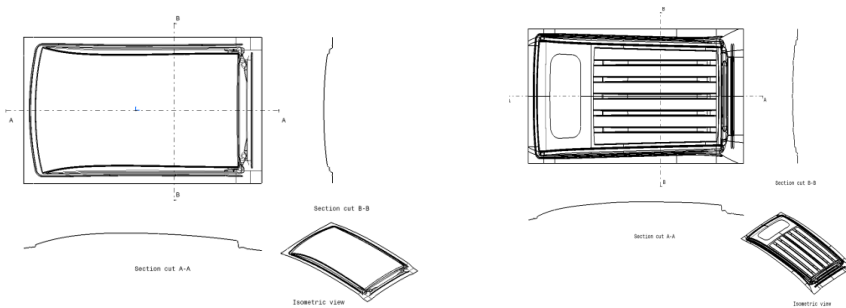
**Gambar 10. Model hubungan antara volume dan waktu permesinan dengan indeks kompleksitas [16]**

Gambar 7D merupakan akhir dari estimasi tersebut, dimana persamaan yang telah didapat di gambar 7C dapat menentukan suatu nilai kompleksitas dari suatu desain dan dapat diprediksikan waktu permesinan dan volume material yang tergunakan sehingga biaya produk dapat diestimasi.

#### 4.2. Aplikasi kompleksitas dalam berbagai bidang

Pendefinisian  $pc_x$  dari suatu proses manufaktur menjadi kunci berjalannya konsep dalam gambar 4. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengestimasi  $pc_x$  tersebut dari proses manufaktur konvensional seperti permesinan [16-18], *casting* [19], fitur industri otomotif [20], perakitan [21] dan meluas ke bidang-bidang lainnya seperti jasa [22], optimasi strategi industri manufaktur [23], dan industri F&B (sangrai kopi) [24].

#### Roof panel kendaraan komersial

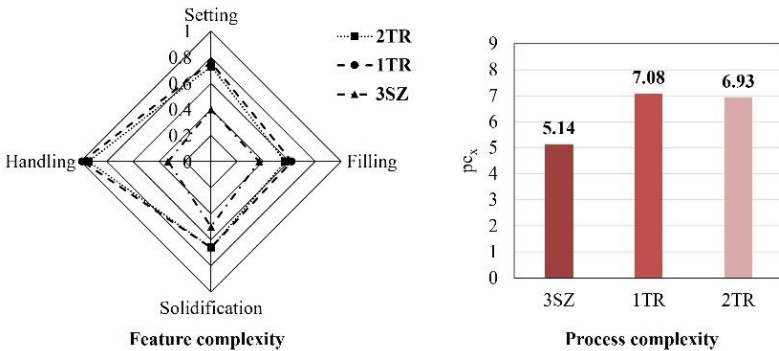
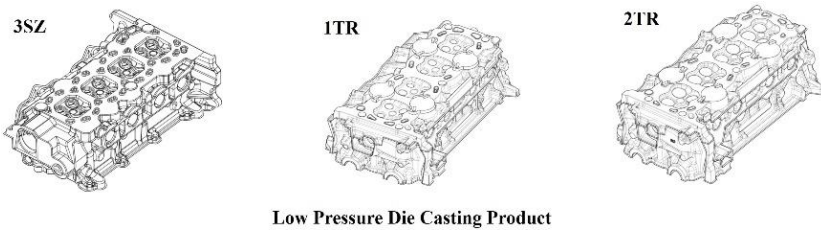


Gambar 11. Indeks kompleksitas fitur menonjol pada *roof panel* kendaraan komersial [19].



Produk *Panel Roof* dianalisis bagaimana perubahan tingkat kompleksitasnya ketika ditambahkan suatu fitur. Terlihat pada Gambar 11, terjadi penambahan fitur menonjol pada bagian atas *Panel Roof* dalam industri otomotif. Grafik menggambarkan bagaimana indeks kompleksitas semakin meningkat seiring dengan semakin kompleksnya proses [19].

**Low pressure die casting (LPDC)**



**Gambar 12. Indeks kompleksitas produk *cylinder head* yang diproses dengan *low pressure die casting* [20].**

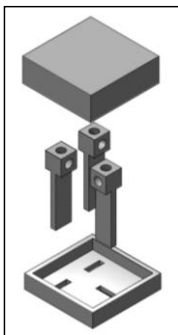
Produk *cylinder head* yang diproduksi menggunakan LPDC melewati 4 sub proses utama, yaitu *setting*, *filling*, *solidification*, and *handling*. Keempat sub proses ini memiliki tingkat kompleksitasnya masing-masing yang ditentukan berdasarkan fitur dan spesifikasi prosesnya. Gambar 12 menunjukkan seberapa besar indeks kompleksitas untuk setiap sub

proses sehingga menentukan kompleksitas akhir dari masing-masing desain produk [20].

**Assembly**

Assembly information

No.	Product	Shape	Size	Thicknes	Surface roughness
1	Pin Plug 1	Rotational	Big	Tebal	Roughing
2	Pin Plug 2	Non-Rotational	Big	Tebal	Roughing
3	Pin Plug 3	Rotational	Medium	Tebal	Roughing
4	Pin Plug 4	Non-Rotational	Medium	Tebal	Roughing
5	Pin Plug 5	Rotational	Big	Tipis	Roughing
6	Pin Plug 6	Non-Rotational	Big	Tipis	Roughing
7	Pin Plug 7	Rotational	Big	Tebal	Finishing
8	Pin Plug 8	Non-Rotational	Big	Tebal	Finishing



Complexity index of assembly

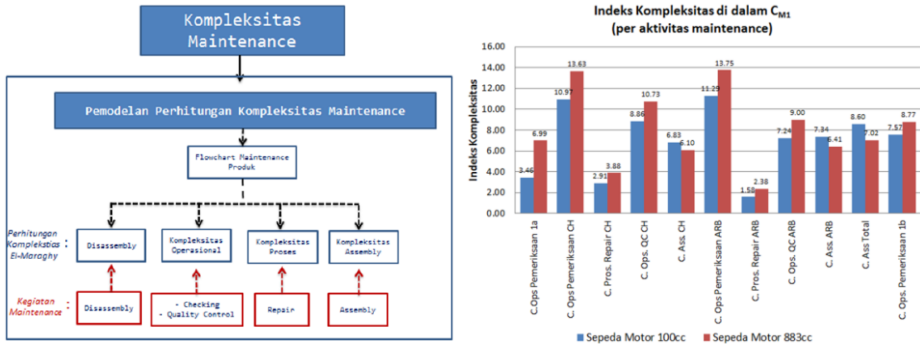
No.	Produk	C <sub>ass</sub>
1	Electric Power Plug 1	4,479
2	Electric Power Plug 2	4,488
3	Electric Power Plug 3	4,495
4	Electric Power Plug 4	4,504
5	Electric Power Plug 5	4,522
6	Electric Power Plug 6	4,532
7	Electric Power Plug 7	4,456
8	Electric Power Plug 8	4,465

**Gambar 13. Indeks kompleksitas dari proses perakitan *Electric power plug* [21]**

Gambar 13 merupakan hasil penelitian yang mengaplikasikan konsep kompleksitas untuk perakitan. Penelitian ini diharapkan dapat memudahkan ketika melakukan sebuah perubahan pada desain di dalam perancangan perakitan. Hal ini dibuktikan dengan melakukan variasi dari masing-masing parameter di dalam proses perakitan sehingga mendapatkan indeks kompleksitas baru. Dari perbedaan indeks inilah

akan dapat diketahui seberapa besar pengaruh dari masing-masing parameter di dalam proses perakitan [21].

### Jasa servis produk otomotif



Gambar 14. Indeks kompleksitas jasa servis motor [22].

Pada bidang jasa, Gambar 14 menerapkan konsep kompleksitas digunakan dalam proses pemeliharaan pada produk otomotif dengan studi kasus sepeda motor. Konsep kompleksitas digunakan dalam melakukan kuantifikasi tingkat kompleksitas dari proses pemeliharaan motor tersebut berdasarkan parameter-parameter lain. Hasil kuantitatif tersebut akan digunakan untuk memodelkan estimasi biaya proses pemeliharaan [22].

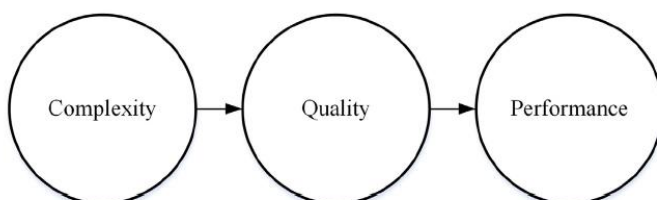
### Strategi Industri Manufaktur

Gambar 15 merupakan analisis hubungan kompleksitas produk manufaktur, kompleksitas strategi, dan kompleksitas performa pada industri manufaktur komponen otomotif di Indonesia. Kompleksitas produk manufaktur mempengaruhi keputusan perusahaan dalam

menentukan strategi yang dipilih. Studi menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kompleksitas produk manufaktur, perusahaan perlu menerapkan strategi untuk menjaga dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Dengan meningkatnya kualitas, performa operasional dan bisnis perusahaan akan semakin tinggi [23].

Table 5. Result summary of models.

	Path Coefficient	Standard Deviation	T Statistics	P Values	Decisions
H1 Complexity → Cost	0.685	0.080	8.943	0.000	Accepted
H2 Complexity → Delivery	0.673	0.076	8.864	0.000	Accepted
H3 Complexity → Flexibility	0.632	0.087	7.787	0.000	Accepted
H4 Complexity → Quality	0.642	0.081	8.320	0.000	Accepted
H5 Cost → Performance	0.133	0.107	1.254	0.215	Rejected
H6 Delivery → Performance	0.142	0.141	1.076	0.314	Rejected
H7 Flexibility → Performance	0.036	0.119	0.308	0.760	Rejected
H8 Quality → Performance	0.556	0.160	3.573	0.001	Accepted



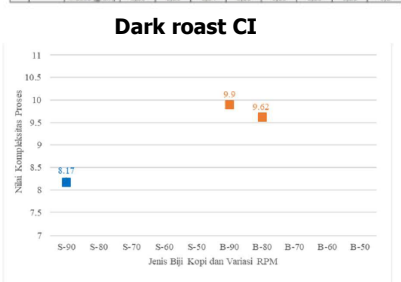
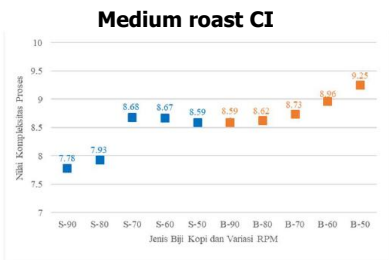
Gambar 15. Pola strategi perusahaan berdasarkan kompleksitas manufaktur [23]

### Industri F&B (Sangrai kopi)

Gambar 16 merupakan aplikasi konsep kompleksitas untuk proses sangrai kopi. Penelitian ini menghadirkan pemodelan perhitungan kompleksitas sistem manufaktur proses sangrai kopi sebagai salah satu jenis alat ukur sebuah proses untuk menilai proses yang ada serta mengestimasi biaya awal di tahapan desain. Penelitian ini menggunakan biji kopi asli Indonesia, yaitu biji kopi Arabika Solok Radjo dan Robusta Bengkulu [24]. Selain kedua jenis biji kopi tersebut, penelitian juga sudah menghitung kompleksitas proses sangrai untuk biji kopi Arabika Gayo dan Robusta Temanggung.



		Waktu Sangrai								
		2 menit	4 menit	6 menit	8 menit	10 menit	12 menit	14 menit	16 menit	
Jenis Biji Kopi dan Variasi RPM	S-90	Volume (mm <sup>3</sup> )	166,58	178,06	178,45	191,16	220,73	239,72	241,92	269,58
		Massa (gram)	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13
		Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72
	S-80	Volume (mm <sup>3</sup> )	130,23	146,54	223,84	227,13	229,75	238,1	241,65	261,24
		Massa (gram)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13
		Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72
	S-70	Volume (mm <sup>3</sup> )	116,04	118,63	141,52	176,37	181,35	186,97	204,2	267
		Massa (gram)	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12
		Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72
	S-60	Volume (mm <sup>3</sup> )	125,7	137,76	192,92	198,1	248,64	248,73	261,59	308,08
		Massa (gram)	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13
		Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72
	S-50	Volume (mm <sup>3</sup> )	125,8	149,43	174,68	190,43	212,32	235,19	240,04	390,68
		Massa (gram)	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,12
		Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72
S-90	Volume (mm <sup>3</sup> )	177,22	259,17	305,59	338,29	402,02	454,14	530,49	535,4	
	Massa (gram)	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,2	0,21	0,18	
	Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	
S-80	Volume (mm <sup>3</sup> )	157,35	311,58	292,68	316,36	375,7	379,61	382,52	591,76	
	Massa (gram)	0,27	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,21	
	Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	
S-70	Volume (mm <sup>3</sup> )	176,18	220,84	297,59	305,87	353,79	365,98	363,41	432,41	
	Massa (gram)	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,21	0,21	
	Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	
S-60	Volume (mm <sup>3</sup> )	165,17	212,43	303,89	346,08	347,77	358,53	429,98	489,17	
	Massa (gram)	0,26	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	
	Warna	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	81,72	
S-50	Volume (mm <sup>3</sup> )	164,11	243,6	253,97	284,89	331,64	424,74	504,23	539,25	
	Massa (gram)	0,26	0,26	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,2	



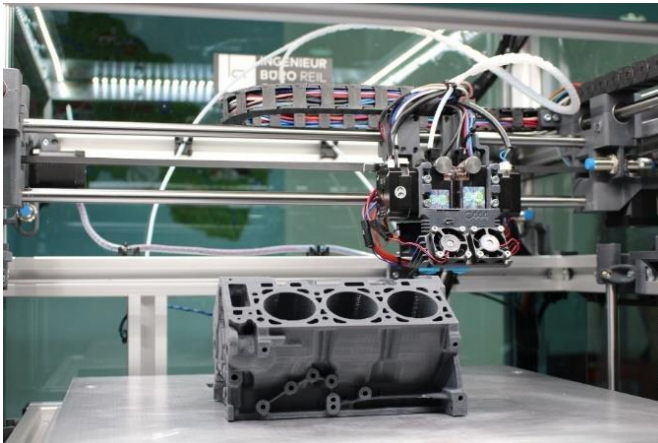
Gambar 16. Indeks kompleksitas proses sangrai kopi [24].

## 5. Tantangan Masa Depan

Teknologi mengalami perkembangan untuk meningkatkan performa sistem, produk, dan efisiensi produksi [25]. Kemajuan ini didorong oleh Industri 4.0, yang memenuhi kebutuhan baru akan solusi yang mendukung konsep pabrik pintar dan *human-less process*. Salah satu teknologi manufaktur yang berkembang saat ini adalah teknologi *additive manufacturing (AM)* atau dikenal dengan istilah lain *3D printing*, Gambar 17 [26].

Munculnya teknologi AM yang mulai berkembang sejak 1990-an mengubah pola pikir bahwa semakin tinggi kompleksitas tidak akan membuat rumit proses manufaktur. Hal ini menjadi tantangan untuk melakukan penelitian yang mampu mengorelasikan indeks kompleksitas dengan berbagai tantangan proses dalam AM seperti *disassembly*,

*recycle*, dan *maintenance* bukan dengan parameter pemesinan konvensional seperti waktu dan volume proses.



**Gambar 17. Aplikasi Teknologi *Additive Manufacturing* [26]**

Keunggulan AM adalah kemampuannya untuk memproduksi suku cadang dengan tingkat kompleksitas yang tinggi tanpa memerlukan perkakas tambahan atau peningkatan biaya produksi [27]. AM juga menawarkan potensi untuk kustomisasi massal, produksi fleksibel, dan manufaktur sesuai permintaan [28]. Ini membuka peluang untuk inovasi dalam produksi barang dengan berbagai bentuk, geometri, dan fitur yang kompleks. AM memungkinkan produksi bagian dengan bentuk yang bervariasi dengan biaya yang tetap, serta memungkinkan penggunaan material yang berbeda di berbagai bagian dari item yang diproduksi. Dengan kemampuannya yang unik, AM telah membawa inovasi yang signifikan dalam produksi barang dengan tingkat kerumitan yang beragam, baik dalam hal bentuk maupun material.

AM telah menjadi solusi manufaktur yang signifikan di berbagai industri, seperti mobil, kedirgantaraan, dan konstruksi [28]. Ukuran pasar global industri AM terus meningkat, dan teknologi ini telah menghadirkan

peluang bagi desain inovatif dan kinerja produk yang lebih baik. Dalam mengoptimalkan penggunaan AM, *Desain for Additive Manufacturing* (DfAM) merupakan pendekatan penting yang melibatkan optimalisasi desain dan strategi produksi. Namun, ada tantangan yang perlu dihadapi dalam adopsi AM secara luas, termasuk kompleksitas sistem manufaktur, prinsip desain, standarisasi, dan kontrol kualitas [28]. Maka dari itu, *Machine Learning* diterapkan dalam DfAM untuk mengatasi berbagai tantangan, termasuk pengoptimalan desain, pemantauan in situ, pemodelan proses, deteksi cacat, pemantauan proses dan manajemen energi, menunjukkan potensi besar untuk menjadi solusi kritis dalam seluruh bidang AM.

Penerapan Industri 4.0 dan teknologi *Machine Learning* dalam AM telah memainkan peran dalam mengatasi kompleksitas sistem, meningkatkan kualitas produk, dan mendorong inovasi dalam produksi [29]. Namun, perubahan ini juga mempengaruhi peran operator dalam industri manufaktur. Dalam era Industri 4.0, peran operator berubah menjadi lebih bertanggung jawab atas produksi dan pengambilan keputusan yang kompleks, sementara tugas manual yang lebih sederhana cenderung diotomatisasi.

Dalam konteks Industri 4.0, penting untuk mencatat bahwa konsep ini melibatkan pertumbuhan dan digitalisasi yang memadai, serta kerjasama kooperatif di semua sektor ekonomi produktif [30]. Industri 4.0 memberikan landasan untuk transformasi dalam metode produksi yang melibatkan teknologi canggih dan pendekatan baru yang terus berkembang, dengan tujuan meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan kualitas dalam manufaktur.

Di sisi lain, pentingnya pemisahan (*dissassembly*) dan daur ulang (*recycle*) dalam proses desain, serta perhatian terhadap desain lingkungan, daur ulang, dan siklus hidup produk, menjadi fokus penelitian dalam keberlanjutan (*sustainability*) [31]. Produksi dengan kemampuan daur ulang yang tinggi dan Desain untuk DaUr Ulang (Design for Assembly/Disassembly atau DFAD) membantu mengurangi kontaminasi

dan menjaga keberlanjutan sumber daya alam. Strategi pemulihan produk, penggunaan kembali, restorasi, dan daur ulang berkembang seiring dengan penegakan peraturan lingkungan yang ketat. Pendekatan EoL yang diutamakan adalah remanufaktur produk atau penggunaan kembali komponen, yang memberikan keuntungan lingkungan lebih besar. Manajemen siklus hidup produk, efisiensi material, dan pembongkaran komponen yang mudah menjadi penting dalam memperpanjang masa pakai produk dan meningkatkan efisiensi daur ulang. Dalam literatur saat ini, penekanan diberikan pada alat desain produk yang mempertimbangkan aliran material multi-siklus untuk mencapai tujuan yang kompetitif. Daur ulang menjadi teknik desain yang mendorong ekonomi sirkular dan menggabungkan desain untuk daur ulang dan desain dari daur ulang untuk mengoptimalkan manfaat teknis, ekonomi, dan lingkungan dari penggunaan bahan daur ulang.

Pengembangan konsep kompleksitas menuju *human-less process* akan terus berkembang dengan berbagai perkembangan zaman. Setiap perkembangan teknologi tentu memiliki keunggulan, kelemahan serta kompleksitasnya masing-masing. AM dengan keunggulannya memiliki kompleksitas dalam hal *disassembly*, *recycle*, dan *maintenance* yang menjadi tantangan untuk studi lebih lanjut. Segala penjabaran yang dilakukan dalam naskah ini harapannya akan dapat bermanfaat bagi perkembangan industri manufaktur di masa depan.



## Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Perindustrian. (2015). Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015 – 2035.
- [2] Kementerian Perindustrian. (2020a). Siaran Pers: Sektor Industri Masih Jadi Andalan PDB Nasional. (Siaran Pers: Sektor Industri Masih Jadi Andalan PDB Nasional.) Diterbitkan 7 Agustus 2020.
- [3] Asian Development Bank dan Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (atau BAPPENAS). (2019). Kebijakan Untuk Mendukung Pengembangan Sektor Manufaktur Indonesia Selama 2020–2024, Laporan Bersama ADB–BAPPENAS. Januari 2019.
- [4] Badan Pusat Statistik (2023). *Statistical yearbook of Indonesia 2023*, 684-686
- [5] Kementerian Keuangan Republik Indonesia (2023, July 4). *Sektor Manufaktur Indonesia Terus Ekspansif*.
- [6] World Bank (2020). Indonesia Economic Prospects, December 2020: Towards a Secure and Fast Recovery.
- [7] Kementerian Perindustrian. (2020c). Siaran Pers: Pemerintah Racik Strategi Dongkrak PMI Manufaktur Indonesia. (Siaran Pers: Pemerintah Susun Strategi Dongkrak PMI Manufaktur Indonesia.) Diterbitkan 7 Mei 2020.
- [8] Kementerian Perindustrian. (2019). Berita Industri. Pemerintah Optimis Indonesia Jadi Hub Manufaktur di Asean. (Berita Industri. Pemerintah optimistis Indonesia akan menjadi hub manufaktur di ASEAN.) Diterbitkan 9 Mei 2019.
- [9] Fernandez, M., Almaazmi, M.M., & Joseph, R. (2020). Foreign Direct Investment in Indonesia: An Analysis from Investors Perspective. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 10(5), 102-112.

- [10] Mahmood, W. H., Rosdi, M. N. H., & Muhamad, M. R. (2015). A Conceptual Framework in Determining Manufacturing Complexity. In *Applied Mechanics and Materials* Vol. 761, pp. 550-554. Trans Tech Publications Ltd.
- [11] Vogel, W., & Lasch, R. (2016). Complexity drivers in manufacturing companies: a literature review. *Logistics Research*, 9(1), 1-66.
- [12] Hamrock, B. J., Schmid, S. R., & Jacobson, B. O. (2004). *Fundamentals of machine elements*. McGraw-Hill Higher Education.
- [13] Shehab, E. M., & Abdalla, H. S. (2001). Manufacturing cost modelling for concurrent product development. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 17(4), 341-353.
- [14] Kalpakjian, Serope & Schmid, Steven. (2006). *Manufacturing Engineering and Technology*, 5th Edition, Prentice Hall.
- [15] ElMaraghy, W. H., & Urbanic, R. J. (2003). Modelling of manufacturing systems complexity. *CIRP Annals*, 52(1), 363-366.
- [16] Budiono, H.D.S. (2014). Pengembangan model perkiraan biaya manufaktur pada tahap awal proses desain yang terkait dengan kompleksitas proses pemesinan. Universitas Indonesia
- [17] Budiono, H. D., Kiswanto, G., & Soemardi, T. P. (2014). Method and model development for manufacturing cost estimation during the early design phase related to the complexity of the machining processes. *International Journal of Technology*, 2, 183-192.
- [18] Budiono, H. D. S., & Hadiwardoyo, F. A. (2021). Development of product complexity index in 3D models using a hybrid feature recognition method with rule-based and graph-based methods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(1), 111.

- [19] Budiono, H. D., Wicaksono, R., & Kiswanto, G. (2012, October). Perbandingan Metode Pembobotan dalam Perhitungan Nilai Kompleksitas Dies Panel Roof dan Pengaruhnya Terhadap Tingkat Perubahan Desain. In Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XI, Yogyakarta (pp. 16-17).
- [20] Budiono, H. D. S., Nurdian, D., Indianto, M. A., & Nugroho, H. S. (2022). Development of a process complexity index of low pressure die casting for early product design evaluation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(1), 120.
- [21] Budiono, H. D. S. and Palgunadi, D. (2015) *Pengembangan Model Perhitungan Indeks Kompleksitas Proses Perakitan Manual*. In: Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin Indonesia XIV, 7-8 Oktober 2015, Banjarmasin.
- [22] Budiono, H. D. S., Manurung, V. B. T. L. and Kiswanto, G. (2013) *Estimasi Biaya Pemeliharaan pada Tahap Awal Desain Kaitannya dengan Model Perhitungan Kompleksitas Pemeliharaan pada Beberapa Jenis Sepeda Motor*. In: Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin Indonesia XII, 23-24 Oktober 2013, Bandar Lampung.
- [23] Budiono, H. D. S., Nurcahyo, R., & Habiburrahman, M. (2021). Relationship between manufacturing complexity, strategy, and performance of manufacturing industries in Indonesia. *Heliyon*, 7(6).
- [24] Budiono, H. D. S., Fausta, M. A., Suputra, O. W., Aditya, T. M., & Zuhuda, R. M. (2023). Pengembangan model perhitungan kompleksitas proses sangrai kopi Indonesia menuju sistem otomatisasi. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 18(1), 1-10.
- [25] Saturno, Maicon & Pertel, Vinícius & Deschamps, Fernando. (2017). Proposal of an automation solutions architecture for Industry 4.0. Conference: 24th International Conference on Production ResearchAt: Poznan, Poland.

- [26] Gonzalez C.M. (2022). Additive Manufacturing Trends: Looking Back at 2021 and Ahead on 2022. The American Society of Mechanical Engineer.
- [27] Fera, M., Macchiaroli, R., Fruggiero, F., & Lambiase, A. (2018). A new perspective for production process analysis using additive manufacturing—complexity vs production volume. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 95, 673-685.
- [28] Qin, J., Hu, F., Liu, Y., Witherell, P., Wang, C. C., Rosen, D. W., Simpson, T. W., Lu, Y. & Tang, Q. (2022). Research and application of machine learning for additive manufacturing. Additive Manufacturing, 52, 102691.
- [29] Lall, M., Torvatn, H., & Seim, E. A. (2017). Towards industry 4.0: increased need for situational awareness on the shop floor. In Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017, Hamburg, Germany, September 3-7, 2017, Proceedings, Part I (pp. 322-329). Springer International Publishing.
- [30] Jimeno-Morenilla, A., Azariadis, P., Molina-Carmona, R., Kyratzi, S., & Moulianitis, V. (2021). Technology enablers for the implementation of Industry 4.0 to traditional manufacturing sectors: A review. Computers in Industry, 125, 103390.
- [31] Shahhoseini, A., Heydari, S., & Pedrammehr, S. (2023). Manufacturing and Assembly for the Ease of Product Recycling: A Review. Designs, 7(2), 42.

## **Ucapan Terima Kasih**

*Bapak, ibu, dan undangan yang saya hormati,*

Perjalanan hidup saya hingga saya bisa berdiri disini tidak terlepas dari dukungan, bantuan pompaan semangat dari banyak pihak, maka dalam kesempatan ini ijinlah saya mengucapkan beribu terima kasih kepada

1. Menteri Pendidikan Kebudayaan, Riset dan Teknologi RI, bapak Nadiem Anwar Makarim, yang telah menetapkan dan mengangkat saya sebagai Guru Besar FTUI di bidang Kompleksitas Produk Manufaktur
2. Terima kasih kepada Plt Dirjen Dikti RI, Prof. Nizam, terasa spesial karena sempat saya menjadi Ketua Wilayah III, dimana beliau menjadi Ketua Forum Dekan Teknik Indonesia, Pemimpin yang mempunyai semangat kerja yang luar bisa dan mempunyai suara yang indah saat bernyanyi
3. Hormat dan terima kasih saya kepada Rektor Universitas Indonesia, Prof. Ari Kuncoro, SE., MA., Ph. D, beserta jajaran Pimpinan Universitas Indonesia lainnya : Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kemahasiswaan, Prof. Dr. rer. nat. Abdul Haris, M.Sc.; ibu Wakil Rektor Bidang Keuangan dan Logistik; Vita Silvira, S.E., MBA; ibu Wakil Rektor Riset dan Inovasi, drg. Nurtami, Ph.D., Sp,OF(K); dan bapak Prof. Dr. Ir. Dedi Priadi, DEA sebagai Wakil Rektor Bidang SDM dan Aset dan Sekretaris Universitas ibu dr. Agustin Kusumayati, M.Sc., Ph.D.,. Terima kasih kepada Ketua, sekretaris dan anggota Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia, Ketua, sekretaris dan anggota Senat Akademik Universitas Indonesia. Terima kasih telah banyak memberikan bantuan dan menyetujui pengusulan saya sebagai Guru Besar di lingkungan UI dan menerima saya di lingkungan akademik yang terhormat ini. Tidak ketinggalan tentunya Prof. Amalia Suzianti, Direktur dan staf SDM UI yang sangat pro aktif dalam mengurus SDM UI

4. Saya ucapkan terima kasih kepada pimpinan FTUI saat ini, Dekan Prof. Heri Hermasyah, S.T., M. Eng.IPU; Wakil Dekan Prof. Yanuar dan Prof. Mahmud Subandriyo, yang mengusulkan Guru Besar saya. Terima kasih kepada Ketua, sekretaris dan anggota Dewan Guru Besar FTUI; Ketua, sekretaris dan anggota Senat Akademik FTUI, Prof. Yulianto S Nugroho, Prof. Riri Fitri Sari juga Prof. Kemas yang mendukung pengusulan Guru Besar ini. Ucapan terima kasih kepada Manajer Sumber Daya Manusia dan Fasilitas Dr. Ajib Setyo Arifin, Manajer Komunikasi Publik dan Administrasi Umum, Tikka Anggraeni M. Si., CPR., ibu Amidah yang membantu proses pengusulan Guru Besar saya dan penyelenggaraan pengukuhan ini.
5. Dekan FTUI, (sejak saya mahasiswa, periode 1979 – saat ini) : **Ir. Boy Mewengkang**; alm. Ir. Indrajid Soebardjo, M.M.; alm. Ir. Todung Barita Lumban Raja, M. Sc.; **Prof. Dr. Ir. Djoko Hartanto, M. Eng**; Prof. Dr. Ir. Budi Susilo Supanji, DEA; Prof. Dr. Ir. Rinaldy Dalimi., M. Eng; Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto, M. Eng; Prof. Dr. Ir. Dedi Priadi, DEA; dan kepada yang terhormat Prof. Dr. Ir. Mohammad Anis, M. Eng, Rektor Universitas Indonesia periode 2007 – 2012. Semoga FTUI dapat terus berkiprah demi mendukung Universitas Indonesia yang berkualitas
6. Terima kasih atas kebersamaan kepada teman teman Dekan dilingkungan UI rentang 2018-2022 : Prof. Dr. dr. Ari Fahrial Syam, Sp.PD-KGEH, MMB (FK), Prof. Dr. drg. Lindawati S. Kusdhany, Sp.Pros (K) (FKG), Prof. Dr. rer. nat. Abdul Haris, M.Sc - Dr. Rokhmatuloh, S.Si., M.Eng. (FMIPA), Prof. Ari Kuncoro, SE., MA., Ph. D (FEB), Dr. Drs. Arie Setiabudi Soesilo, M. Sc (FISIP), Dr. Tjut Rifameutia, M.A (FPsi), Agus Setiawan, S.Kp., M.N., D.N (FIK), Prof. Dr. Eko Prasojjo, Mag.rer.publ. (FIA), Dr. Agustin Kusumayati (FKM), Dr. Adrianus L. G. Waworuntu, S.S., M.A. (FIB), Prof. Melda Kamil Ariadno, S.H., LL.M., PhD (Alm) - Dr. Edmon Makarim, S.Kom., S.H., LL.M (FH), Dr. Mahdi (FFarmasi), Prof. Mirna Adriani, Ph.D.– Dr. Petrus Mursanto (Fasilkom), Prof. Dr. Ir. Sigit Pranowo Hadiwardoyo (Vokasi), Athor Subroto, S.E., M.M., M.Sc.,

- Ph.D., (SKSG), Prof. Emil Budiarto (Alm) - Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, M.Si.(Sekolah Lingkungan)
7. The Dream Team, FTUI periode 1996-2000, Prof. Djoko, Bapak Iggig S, Prof. Budiarmo, Prof. Budi Susilo Supanji, Prof. Johny W, Prof. Dedi, Prof. Wahyu, Prof. Sutopo, Dr. Munir dan Dr. Dwi Marta Nurjaya
  8. The Real Team, FTUI periode 2014-2018, Prof Dedi, Prof. Asvial, Dr. Wiwiek, Prof. Achmad Herman Yuwono, Dr Jos, Prof. Rahmat Nurcahyo, Prof. Mahmud, Dr. Munir,
  9. Kawan kawan BE<sup>2</sup> (*Beyond Engineering Expectation*) Prof. Dr. Muhammad Asvial, Prof. Dr. Ing. Nandy S Putra, Prof. Rahmat Nurcahyo, Dr. Arif Udiarto, Dr. Badrul Munir, Dr. Sahlan, Dr. Jos Istiyanto, Dr. Dwi Marta Nurjaya, Prof. Dr. Imansyah, Prof. Sutrasno dan seluruh Ketua dan Sekretaris Departemen, ketua unit ventura FTUI : lemtek, CCIT, Polar, P2M DTM, UP2M DTE, CMPFA, yang sudah dengan rela mau saya pimpin demi cita2 bersama dengan visi Mewujudkan Fakultas Teknik Universitas Indonesia Kebanggaan Bangsa Unggul dan Mampu Bersaing di Asia Tenggara. Juga Kepada Prof. Yandi, Prof. Mita, Prof. Ale Berawi, Dr. Nyoman, Dr. Enny atas kerjasamanya.
  10. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Mesin FTUI periode 2022 – 2026 Dr. Ir.Agus Pamitran, Dr.Ing Adithya, juga tentunya kepada semua kolega Dosen DTM FTUI dan para Karyawannya yang luar biasa khususnya selalu menghadirkan kebersamaan diantara kita. Terima kasih kepada *reviewer* naskah publikasi dalam proses pengusulan Guru Besar saya, yaitu: Prof. Tresna Priatna Soemardi, Prof. Ario Sunar Baskoro dan Prof. Made Londen (ITS).
  11. Group Penelitian saya yang tidak lain adalah para mitra peneliti dan mahasiswa bimbingan saya, Vinda, Deri, Ismud, Dedy, Roy, Ridani, Dian, Pharisa, Hanan Tri, Sonky, Ghany, Wina, Ade Gratia, Azka, Habiburrahman, Nelce, Moh. Sholeh, Rizal, Alvinsyach, Reza, Erlangga, Lassandy, Shabrina, Finno, Oka, Zuhuda, Andy, Mahesa.

12. Terima kasih saya sampaikan kepada teman-teman kantor ScoobyDoo (kcd) tidak lain adalah kawan kawan Wakil Dekan Bidang II Universitas Indonesia periode 2014 – 2018 yang selalu bikin geli dikala kusut pekerjaan : ibu Vita Silvira, S.E., MBA (FEB); ibu drg. Nurtami, Ph.D., Sp,OF(K) (FKG); Prof. Asri Adisasmita (FKM); Prof. Dr. Irmawati Marwoto (FIB); Prof. Dr. Abdul Mun'im, M. Si., Apt (F. Far); Prof. dr. Ponco Birowo, Sp.U (K), Ph. D (FK); Prof. Dr. Dra Kasiyah, M. Sc. (Fasilkom); Dr. Rohkmatullah, S. Si., M. Eng. (FMIPA); Dr. Titi Muswati Putratanti (Fisip); Dra. Corina D.S. Riantoputra, M. Kom., Ph. D. (F. Psi); Dr. Wiwin Wiarsih, S. Kp. M.N. (FIK) ; Dr. Retno Kusumastuti (FIA), M. Si; Dr. Widyaningsih, S.H., M.H. (FH).
13. Professor Tokuoka Naochika juga Keluarga Takahashi Kiyoharu, ibu Michiko dan Minako jasa mereka saat saya menjalankan sekolah di Keio Japan, sungguhlah besar untuk dilewatkan, terima kasih atas bimbingan dan kehangatan dalam keluarga
14. Keluarga Bapak Mohammad Syah Indra Aman dan Ibu Dhira Juzar, keluarga kecil yang belum lama kenal tapi sudah seperti keluarga besar dan sangat memberikan support kepada perkembangan FTUI
15. Terima kasih kepada ibu Merry dan bapak serta Ben putra beliau, atas support sehingga kerjasama FTUI dengan Universitas di Australia terus terbina dengan baik
16. Jasa para Guru guru saya pastinya mempunyai andil besar dalam pencapaian pendidikan saya sejak TK Hingga saat ini, Semoga Allah SWT membalas kesabaran, dan dedikasi mereka dengan pahala yang tidak akan putus2, terkhusus untuk Promotor dan ko Promotor saya Prof. Tresna P Soemardi dan Prof. Gandjar Kiswanto
17. Ketua dan Anggota semua komunitas yang sangat mewarnai kemitraan yang sangat harmonis antara FTUI dan Alumninya, kehidupan di UI dan Sosial kemasyarakatan : Dancing Engineer FTUI, Golf Alumni FTUI (GIFT UI) , Mata Air Biru (MAB), FTUI Runners, M-Gowes, FEI FTUI, Engineering Planters FTUI, The Singing Engineers FTUI, Poetry Reading Society Indonesia, Dewan Mahalum, BULB, Coffee Lover Puri Anggrek Mas, DKM Ash Shofa dan Seluruh Warga



- Perumahan Puri Anggrek Mas khususnya Keluarga Dr. Henky S Nugroho, Keluarga Bambang Prianto (Alm)
18. Kawan2 sejak TK Tjandra, SD St. Mikael, SMP Paskalis III, Bina Musika, SMA N Budi Utomo, M'79 dan FT'79 terima kasih atas perkawanan setia hingga saat ini, juga terima kasih kepada kawan kawan FK AKO (Forum Komunikasi Anak Kodam) atas kehangatan perkawanannya
  19. Orang tua saya yang tercinta Alm. Letnal Kolonel Purnawirawan Czi. M Soesilo (Alm) Ibu Hj. Djacroniah Soesilo (Alm) atas kasih sayang, bimbingan dan doa yang selalu dipanjatkan kepada saya, Kakak tercinta tri Dewi Mahanani, adik dan adik ipar Arie Setiabudi Soesilo dan Natalia Wulandari serta Meirina Dwi Sulistyowati. Kepada mertua saya Bapak H. Hersujatno (Alm) dan Ibu Justina Hersujatno (Alm), terima kasih anaknya boleh jadi istri saya, adik2 ipar saya Dundun, Papunk dan Inong terima kasih atas persaudaraan diantara kita
  20. Besan saya Bapak Slamet Susanto, S.E, M.Si dan Ibu Siti Sadiatum, S.E, terima kasih sudah berkenan menjadi keluarga besar di dunia ini
  21. Keluarga Besar Trah Mangkutjono, Keluarga Djawad Sujadi dan Keluarga Ahmad Djafar) Drs. Herimawan Sulistyanto, Mbak Iis, Drs. Eddy Tistomo dan Mbak Yuli yang hadir dalam kesempatan ini
  22. FKG UI adalah teman hidup selamanya, terima kasih kepada Istri tercinta saya Drg. RR Rustini Inayat (Niken) atas suka duka dan kebersamaan mengarungi bahtera hidup ini, anak2 saya : Indi, Inta dan Dita juga menantu saya riska serta ke 3 cucu saya : mas Otta, mbak Haruka dan adek Yuuki semoga kita semua bisa selalu dalam kegembiraan.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### Data Pribadi

Nama : Prof. Dr. Ir. Hendri Dwi Saptioratri  
Budiono, M.Eng. IPM

NIP : 196009091986021001

Jabatan Fungsional : Guru Besar

Pangkat/Golongan : Pembina/ IV/a

Tempat dan Tanggal Lahir : Magelang, 9 September 1960

Agama : Islam

Isteri : Drg. RR Rustini Inayat (Niken)

Anak : 1. Dr. Eng. Mohammad Akita  
Indianto, ST. M.Eng  
2. Desvinta Ayu Iriani, S. Hum, MA  
3. Anisah Trindita Ari, ST

Menantu : 1. Riska Shabrina, S.Psi, M. Med.  
Sc.

Cucu : 1. Ryouta Sholahuddin Indianto

Orang Tua : 2. Haruka Rumaisha Indianto  
3. Qonita Yuuki Indianto  
Bapak Letnal Kolonel Purnawirawan  
Czi. M. Soesilo (Alm)  
Ibu Hj. Djahroniah (Alm)

Mertua : Bapak H. Hersujatno (Alm)  
Ibu Hj. Justina Hersujatno (Alm)

Alamat Rumah : Puri Anggrek Mas Blok E2/6  
Sawangan Depok 16434

Alamat Kantor : Departemen Teknik Mesin FTUI.  
Kampus Baru UI Depok 16424

E-mail : [hendri@eng.ui.ac.id](mailto:hendri@eng.ui.ac.id)

### **Riwayat Pendidikan**

2022 : Program Profesi Insinyur

2014 : Program Doktorat Teknik Mesin,  
Universitas Indonesia

1993 : Master of Engineering in Mechanical  
Engineering, Keio University, Japan

1985 : Sarjana Teknik, Teknik Mesin, Fakultas  
Teknik Universitas Indonesia

1979 : SMA Negeri 1 Budi Utomo, Jakarta

1975 : SMP Paskalis III, Jakarta

1972 : SD St. Mikael, Jakarta

### **Riwayat Pekerjaan**

- 2018 – 2022 : Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- 2013 – 2017 : Wakil Dekan Bidang Sumber Daya, Ventura dan Administrasi Umum Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- 2008 – 2013 : Deputy Ventura Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- 2003 – 2008 : Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- 2000 – 2003 : Wakil Direktur Lembaga Teknologi Fakultas Teknik Universitas Indonesia

### **Riwayat Mengajar**

- Program Sarjana : Mekanika Kekuatan Material, Perancangan Mekanikal, Perancangan Manufaktur dan Perakitan, Tugas Merancang, Topik Khusus Merdeka Belajar, Sistem Manajemen Produksi dan Mutu
- Program Pascasarjana : Proses dan Sistem Manufaktur, Perancangan Manufaktur dan Perakitan, Material dan Proses Manufaktur, Sistem Manajemen Produksi dan Mutu

### Hibah Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul	Sumber Dana
1	2023	Bantuan <i>Submission</i> artikel jurnal Q1-Q2 tahun 2023 dengan judul:  Development of A Process Complexity Index of Low Pressure Die Casting for Early Product Design Evaluation	Universitas Indonesia
2	2021	Pendampingan Publikasi Internasional Q2, Judul : Development of Product Complexity Index In 3D Models Using A Hybrid Feature Recognition Method With Rule-Based and Graph-Based Methods	Universitas Indonesia
3	2018	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, Judul : Pengembangan Sistem Rem Kendaraan Listrik Berukuran Besar	Universitas Indonesia

## **Publikasi Jurnal Internasional**

1. **Hendri Dwi Saptioratri Budiono**, Dian Nurdian, Mohammad Akita Indianto, Henky Suskito Nugroho, *Development of A Process Complexity Index of Low Pressure Die Casting for Early Product Design Evaluation*, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 6 No. 1 (120) (2022): Engineering Technological Systems.
2. **Hendri Dwi Saptioratri Budiono**, Ghany Heryana, Mohammad Adhitya, Danardono Agus Sumarsono, Nazaruddin, Rolan Siregar, Estiko Rijanto, Bayu D Aprianto, *Power Requirement and Cost Analysis of Electric Bus using Simulation Method with RCAVe-EV1 Software and GPS Data; A Case Study of Greater Jakarta*, International Journal of Technology (IJTech), Vol 13, No 4, 793-802 (2022).
3. Rahmat Nurcahyo, Riyan Nuryanto, **Hendri Dwi Saptioratri Budiono**, Muhammad Habiburrahman, Ellia Kristiningrum, "Using Failure and Repair Data for System Improvement in Plant Facilities", International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, Vol. 12 (2022) No. 4, pages: 1673-1681, ISSN: 2088-5334.
4. **Hendri Dwi Saptioratri Budiono**, Finno Ariandiyudha Hadiwardoyo, *Development of product complexity index in 3D models using a hybrid feature recognition method with rule-based and graph-based methods*, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 3 No. 1 (111) (2021): Engineering technological systems
5. **Hendri Dwi Saptioratri Budiono**, Rahmat Nurcahyo, Muhammad Habiburrahman, *Relationship between manufacturing complexity, strategy, and performance of manufacturing industries in Indonesia*, Jurnal Heliyon, Volume 7, Issue 6, June 2021

6. **Hendri DS Budiono**, Danardono A Sumarsono, Mohammad Adhitya, Ario Sunar Baskoro, Agung Shamsuddin Saragih, Sonki Prasetya, Fuad Zainuri, Nazaruddin, Ghany Heryana, Rolan Siregar, *Development of Smart Magnetic Braking Actuator Control for a Heavy Electric Vehicle*, International Journal of Technology (IJTech) Vol 11, No 7 (2020)
7. Sonki Prasetya, Hasvienda M. Ridlwan, **Hendri DS Budiono**, Ario Sunar Bhaskoro, Agung Shamsuddin, Mohammad Adhitya, Danardono A Sumarsono, *Camera based artificial intelligence for a smart vehicle braking system*, International Journal of Emerging Trends in Engineering Research Open Access Volume 8, Issue 8, Pages 4768 - 4772, August 2020 Article number 113
8. Sonki Prasetya, **Hendri D.S. Budiono**, Ario Sunar Baskoro, Agung Shamsuddin, Danardono A. Sumarsono, Mohammad Adhitya, Fuad Zainuri, Nazaruddin, Ghany Heryana, Rolan Siregar, *Smart braking actuator control for a heavy weighted electric vehicle*, Journal of Mechanical Engineering Research and Developments Volume 44, Issue 1, Pages 8 - 16, 2020
9. Sonki Prasetya, Hasvienda M. Ridlwan, **Hendri D.S. Budiono**, Ario Sunar Bhaskoro, Agung Shamsuddin, Danardono A. Sumarsono, Mohammad Adhitya, *Artificial intelligence for smart electric vehicle braking system*, Journal of Mechanical Engineering Research and Developments Volume 43, Issue 6, Pages 106 - 112, 2020 "
10. Prasetya, S., Adhitya, M., **Budiono, H.D.S.**, Sumarsono, D.A., *A investigation of braking system actuators for electric shuttle bus*, E3S Web of Conferences 67,01023, Volume 67, 26 November 2018, ISSN: 22671242, DOI: 10.1051/e3sconf/20186701023
11. **Hendri D.S. Budiono**, Gandjar Kiswanto, Tresna P. Soemardi, *Method and Model Development for Manufacturing Cost Estimation during the Early Design Phase Related to the Complexity of the Machining Processes*, International Journal of

Technology, Published at : 07 Jul 2014 Volume: Vol 5, No 2 (2014)

12. **Hendri DS Budiono**, Mochammad Sholeh, Gandjar Kiswanto, Tresna P. Soemardi, *Application of Semi Automatic Model of Product Complexity Index Calculation by Identification and Recognition of Geometric Features Information*, Applied Mechanics and Materials Vol. 493 (2014) pp 576-582

### **Publikasi Jurnal Nasional**

1. **Hendri Dwi Saptioratri Budiono**, Mohammad Anindya Fausta, Oka Widiantara Saputra, Trimitra Mahesa Aditya, Rahman Muhamad Zuhuda, Pengembangan Model Perhitungan Kompleksitas Proses Sangrai Kopi Indonesia Menuju Sistem Otomatisasi, Jurnal Teknik Mesin Indonesia Vol. 18 No. 1 (2023)

### **Publikasi Seminar Internasional**

1. Shabrina Fadhilah, Anna Amalyah Agus, Prasetyanugraheni Kreshanti, **Hendri D. S. Budiono**, Sugeng Supriadi, and Yudan Whulanza, *Engineering economics of cranio-maxillofacial (CMF) degradable implant production in indonesia*, AIP Conference Proceedings Open Access Volume 22276 May 2020 Article number 02003816th International Conference on Quality in Research, QiR 2019 - 2019 International Symposium on Advances in Mechanical Engineering, ISAME 2019, 22 July 2019 - 24 July 2019
2. Lassandy, M., **Budiono, H.D.S.**, Supriadi, S., *Cost estimation of biomedical implant miniplate related to process complexity*, AIP Conference Proceedings 2008, 020006, Volume 2008, 28 August 2018, ISSN: 0094243X, ISBN: 978-073541724-3, DOI: 10.1063/1.5051975



3. **Hendri DS Budiono**, Mohamad Hanantri Thoyib, *Development of the Complete Model for Calculating CNC Machining Process Complexity Based on Non-Rotational Feature Classification*, 15<sup>th</sup> International Conference On Quality In Research, QIR 2017

### **Publikasi Seminar Nasional**

1. **Hendri D.S. Budiono**, Oka Suputra, Trimitra Mahesa Aditya, M. Anindya Fausta, Rahman M. Zuhuda, Pengembangan Model Perhitungan Kompleksitas Proses Sangrai Kopi Indonesia Menuju Sistem Otomatisasi, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XX, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin, Makasar, 12-14 Oktober 2022
2. **Hendri D.S. Budiono**, Rheza Daniswara, Pengembangan Sistem Power Train Sepeda Menuju Terciptanya Sepeda yang, Erlangga Lutfi Dapat Menyesuaikan dengan Volume Paru-Paru Pengendara, Prosiding SNTTM XVII, 2623-6313 Oktober 2018, hal. 195-203
3. **Hendri DS Budiono**, Alvinsyach Pratama, Azka Rianto Tedja Ningrat, Perhitungan dan Analisis Nilai Kompleksitas Setup Mesin CNC Untuk Fitur Rotational dan Non Rotational, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ITB, 5-7 Oktober 2016
4. **Hendri DS Budiono** dan Rizal Putra. M, Perhitungan Nilai Kompleksitas Unloading Mesin CNC Fitur Rotational dan Non-Rotational, Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2016, ISSN (Cetak) 2527-6042, eISSN (Online) 2527-6050
5. Ridani Faulika, **Hendri DS Budiono**, Perhitungan Kompleksitas Proses Sand Casting dengan Pembuat Core secara Otomatis Melalui Perangkat Lunak sederhana Berbasis Labview untuk Otomasi Perhitungan, Studi Kasus: Komponen Pompa, Jurnal Teknik Mesin Indonesia, Vol. 10 No. 1, April 2015, ISSN:1907-350X
6. **Hendri DS Budiono**, Vinda BTL Manurung & Gandjar K Estimasi Biaya Pemeliharaan pada Tahap Awal Disain Kaitannya dengan

Model Perhitungan Kompleksitas Pemeliharaan pada Beberapa Jenis Sepeda Motor, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung 23-24 Oktober 2013

7. **Hendri DS Budiono**, Roy Wicaksono AS dan Gandjar K Perbandingan Metode Pembobotan dalam Perhitungan Nilai Kompleksitas Dies Panel Roof & Pengaruhnya Terhadap Tingkat Perubahan Disain, Seminar Tahunan Teknik Mesin & ThermoFluid IV, Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Univ Gadjah Mada, Yogyakarta 16-17 Oktober 2012
8. **Hendri DS Budiono**, Mochamad Sholeh, Gandjar Kiswanto dan Tresna P Soemardi, Aplikasi Model Semi Otomatis Perhitungan Indek Kompleksitas Produk Melalui Identifikasi dan Rekognisi Fitur Geometri, Proceedings Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI & Themofluida IV, Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, No.01/ Vol.01/ Tahun 2012
9. **Hendri D.S. Budiono**, Neclle DM, Gandja K & Tresna PS Pengaruh Material Terhadap Indeks Kompleksitas Proses Perakitan pada Komponen Otomotif, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X UB Hotel Malang 2-3 November 2011"
10. **Hendri DS Budiono**, Wina Libyawati, Gandjar Kiswanto, Integration of DFMA Method into Product and Process Complexity Calculation for Sand Casting Case Study Flange Yoke Component, The 12th International Conference On QIR ( Quality in Research ) Bali 4-7 July 2011 ISSN 114-1284
11. **Hendri DS Budiono**, Ferry Hartanto, Perancangan & Pembuatan Prototipe JIG untuk Proses Pembuatan Sepeda Lipat Student Version, Seminar Nasional Teknik Mesin IX Hotel Arya Duta Palembang 13-15 Oktober 2010, Univ Unsrri
12. **Hendri DS Budiono**, Praditya. M, Pengembangan Rancang Bangun Alat Ukur Stabilitas Roda Belakang Sepeda Motor, Prosiding

Seminar Nasional Teknik Mesin, Universitas Mataram, 2010, ISBN  
978 602 8373 06 7

**Perolehan PATEN/Hak Cipta**

No.	Judul/Tema	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Suatu Produk Biomaterial Bone Plate Untuk Implan Crania Maxilla Facial	2021	Paten	P000077115
2	Suatu Produk Biomaterial Screw Untuk Implan Crania Maxilla Facial	2021	Paten	P000082409
3	Pengelolaan Kekayaan Intelektual Dan Paten	2020	Hak Cipta	EC00202049943
4	Komersialisasi Inovasi Dan Hasil Penelitian	2020	Hak Cipta	EC00202049944
5	Pelaksanaan Seminar Series dan Konferensi	2020	Hak Cipta	EC00202049933
6	Pemberian Insentif Luaran Penelitian	2020	Hak Cipta	EC00202049934
7	Layanan Bantuan Publikasi Riset	2020	Hak Cipta	EC00202049935
8	Layanan Pengelolaan Hibah	2020	Hak Cipta	EC00202049937
9	Pengadaan Barang dan Jasa Penelitian	2020	Hak Cipta	EC00202049938

<b>No.</b>	<b>Judul/Tema</b>	<b>Tahun</b>	<b>Jenis</b>	<b>Nomor P/ID</b>
10	Perjalanan Dinas	2020	Hak Cipta	EC00202049939
11	Pemberian Dana Talangan Riset	2020	Hak Cipta	EC00202049940
12	Monitoring Dan Evaluasi Pelaksanaan Hibah	2020	Hak Cipta	EC00202049941
13	Pengelolaan Keuangan dan Perpajakan Dana Riset	2020	Hak Cipta	EC00202049942
14	Pengelolaan Kekayaan Intelektual dan Paten	2020	Hak Cipta	EC00202049943
15	Komersialisasi Inovasi dan Hasil Penelitian	2020	Hak Cipta	EC00202049944
16	Inventarisasi Aset Hasil Hibah Penelitian	2020	Hak Cipta	EC00202049945
17	Kerjasama Riset Dan Pengabdian Masyarakat	2020	Hak Cipta	EC00202049946
18	Moveable Hand Washer (MHW)	2020	Hak Cipta	EC00202012233
19	Test Bed Sistem Pengujian Pengereman untuk Kendaraan Listrik Ukuran Besar	2019	Paten	S00201910011

**Penghargaan (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)**

<b>No.</b>	<b>Jenis Penghargaan</b>	<b>Institusi Pemberi Penghargaan</b>	<b>Tahun</b>
1	Presentasi Terbaik dalam Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM)	Universitas Hasanuddin	2022
2	Satyalancana Dharma Makara 35 Tahun	Fakultas Teknik UI	2021
3	Satyalancana Karya Satya XXX Tahun	Pemerintah RI	2019

**Setting & Percetakan Oleh: UI PUBLISHING**

Komplek ILRC Gedung B Lt. 1 & 2  
Perpustakaan Lama Universitas Indonesia,  
Kampus UI, Depok, Jawa Barat - 16424

Jl. Salemba Raya No. 4, Jakarta Pusat - 10430

WA : 0818 436 500

E-mail: [uipublishing@ui.ac.id](mailto:uipublishing@ui.ac.id)

ISBN 978-623-333-556-0

