



SOCIAL MANUFACTURING

Industri

4.0

untuk Personalisasi Produk:

Studi Kasus Produksi Alat Kesehatan

Marti Widya Sari
Alva Edy Tontowi
Herianto
I Gusti Bagus Budi Dharma

SOCIAL MANUFACTURING
INDUSTRI 4.0 UNTUK
PERSONALISASI PRODUK
STUDI KASUS PRODUKSI ALAT KESEHATAN

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 28 TAHUN 2014
TENTANG
HAK CIPTA
Lingkup Hak Cipta

Pasal 1 Ayat 1 :

1. Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Ketentuan Pidana:

Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Pasal 114

Setiap Orang yang mengelola tempat perdagangan dalam segala bentuknya yang dengan sengaja dan mengetahui membiarkan penjualan dan/atau pengandaan barang hasil pelanggaran Hak Cipta dan/atau Hak Terkait di tempat perdagangan yang dikelolanya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10, dipidana dengan pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).

Marti Widya Sari
Alva Edy Tontowi
Herianto
I Gusti Bagus Budi Dharma

SOCIAL MANUFACTURING
INDUSTRI 4.0 UNTUK
PERSONALISASI PRODUK
STUDI KASUS PRODUKSI ALAT KESEHATAN

Diterbitkan Oleh



***Social Manufacturing* Industri 4.0 untuk Personalisasi Produk:
Studi Kasus Produksi Alat Kesehatan**

Penulis : Marti Widya Sari
Alva Edy Tontowi
Herianto
I Gusti Bagus Budi Dharma
Editor : Nurrahmawati
Tata Letak : Riza Ardyanto
Desain Cover : Ridwan Nur M

Penerbit:

CV. Bintang Semesta Media

Anggota IKAPI Nomor 147/DIY/2021

Jl. Karang Sari, Gang Nakula, RT 005, RW 031,

Sendangtirto, Berbah, Sleman, Yogyakarta 57773

Telp: 4358369. Hp: 085865342317

Facebook: Penerbit Bintang Madani

Instagram: @bintangpustaka

Website: www.bintangpustaka.com

Email: bintangsemestamedia@gmail.com

redaksibintangpustaka@gmail.com

Cetakan Pertama, November 2022

Bintang Semesta Media Yogyakarta

x + 114 hal : 15.5 x 23 cm

ISBN : 978-623-8015-45-0

Dicetak Oleh:

Percetakan Bintang 085865342319

Hak cipta dilindungi undang-undang

All right reserved

Isi di luar tanggung jawab percetakan

Prakata

Alhamdulillahirobbil 'alamiin, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, buku berjudul *Social Manufacturing Industri 4.0 untuk Personalisasi Produk (Studi Kasus Produksi Alat Kesehatan)* dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun untuk menambah khazanah ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik.

Buku ini terdiri dari 9 Bab, yang membahas Dasar-dasar *Social Manufacturing*, Konsep Personalisasi Produk, Manufaktur Era Industri 4.0, Pengembangan Model *Social Manufacturing*, serta Tingkat Kompetitif Produk dan Pengelolaan Risiko. Pada buku ini juga diberikan contoh tentang penerapan *social manufacturing* melalui studi kasus pada produksi alat kesehatan.

Penyusunan buku ini tentu saja masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan saran dan masukan untuk pengembangan buku ini agar menjadi lebih baik. Semoga buku ini dapat menambah wawasan serta manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, September 2022

Penulis

Daftar Isi

Prakata	v
Daftar Isi	vii
Bab I	
Pendahuluan	1
Bab II	
Dasar-Dasar <i>Social Manufacturing</i>	9
A. <i>Definisi Social Manufacturing</i>	9
B. <i>Karakteristik Social Manufacturing</i>	19
C. <i>Perkembangan Social Manufacturing</i>	20
Bab III	
Sistem Produksi, Inovasi Sosial, dan Personalisasi Produk 25	
A. <i>Sistem Produksi</i>	25
B. <i>Inovasi Sosial</i>	28
C. <i>Konsep Personalisasi Produk</i>	30
Bab IV	
Manufaktur Era Industri 4.0.	33
A. <i>Internet of Things (IoT)</i>	35
B. <i>Cloud Computing</i>	36

Bab V**Pengembangan Model *Social Manufacturing*****Untuk Personalisasi Produk (Studi Kasus Produksi**

Alat Kesehatan)	39
A. Gambaran Umum.....	39
B. Tahapan-Tahapan.....	40
C. Metode Pengukuran Kualitas Produk.....	43
D. Metode Pengelolaan Risiko.....	44
E. Studi Kasus	46
F. Pemodelan Sistem	47

Bab VI**Pengembangan Model *Social Manufacturing I*.....49**

A. Model Sistem <i>Social Manufacturing</i> yang Dikembangkan	49
B. Pemodelan Sistem secara Matematis.....	52
C. Model Pengembangan <i>Prototype</i> SM berbasis IoT	53
D. Studi Kasus: Produksi Alat Kesehatan.....	57
E. Produk Bilik Sanitasi Covid-19 (BICO-19).....	59
F. Pengukuran Kualitas Produk	63

Bab VII**Pengembangan Model *Social Manufacturing II (Lanjutan)* .71**

A. Sistem <i>Monitoring Social Manufacturing</i> berbasis IoT .72	72
B. Sistem <i>Monitoring</i> Pengiriman Produk dari SMR	75
C. Aplikasi Pengiriman Produk berbasis Android dan GPS.....	75

Bab VIII**Tingkat Kompetitif Produk dan Pengelolaan Risiko**79

A. Tingkat Kompetitif Produk SM dan Non-SM	79
B. Pengelolaan Risiko Sistem <i>Social Manufacturing</i>	83

Bab IX

Penutup107

 A. Kesimpulan.....107

 B. Saran108

Daftar Pustaka109

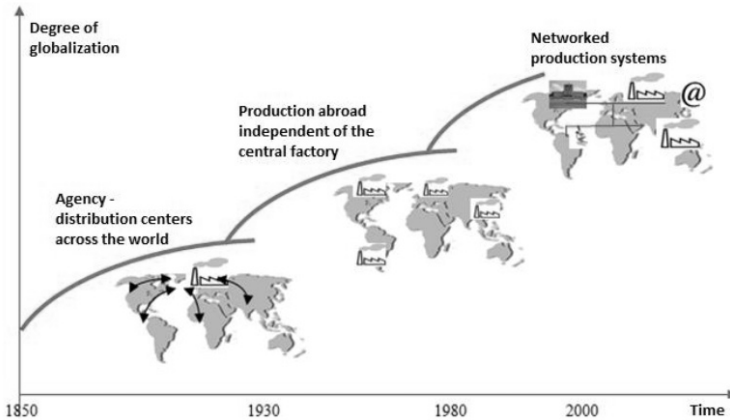
Tentang Penulis.....114



Bab I

Pendahuluan

Pasar dunia yang berkembang terlihat dari munculnya produk yang baru, cepat usang dan selalu berubah, standar kualitas tinggi, pengiriman lebih cepat dan biaya lebih rendah (Hozdić, 2016). Sejalan dengan perkembangan teknologi Industri 4.0, teknologi komunikasi, jaringan internet, dan jaringan produksi pada industri juga ikut mengalami perubahan yang pesat. Pabrik menjadi lebih fleksibel dari sebelumnya karena berguna untuk memenuhi permintaan pelanggan yang dapat berubah-ubah setiap saat (Schumacher *et al.*, 2016). Konsep pengembangan pabrik yang fleksibel dan modern memerlukan integrasi vertikal maupun horizontal dari semua komponen pada proses produksi. Perkembangan jaringan sistem produksi global disajikan pada Gambar 1.1.



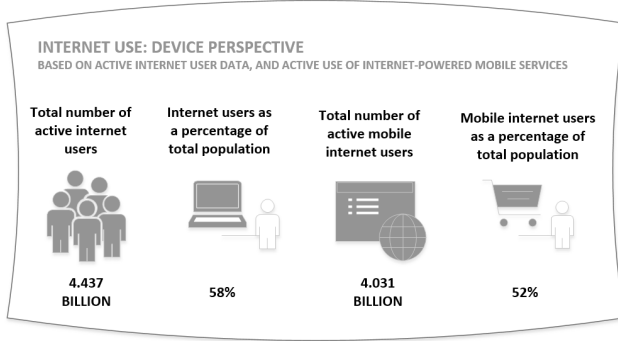
Gambar 1.1 Perkembangan jaringan sistem produksi global (Hozdić, 2016).

Gambar di atas menunjukkan perkembangan jaringan sistem produksi sejak tahun 1850 sampai dengan 2000an. Pada tahun 1850 sistem produksi menggunakan sistem pusat distribusi keagenan di seluruh dunia, kemudian pada tahun 1930an sampai dengan 1980an, menggunakan sistem produksi di luar negeri secara bebas dari pabrik pusat. Selanjutnya, pada tahun 2000an, menggunakan sistem produksi berjaringan atau terkoneksi dengan jaringan internet di dunia (Hozdić, 2016).

Perkembangan ekonomi dan pertumbuhan teknologi informasi meningkat secara signifikan dan mempunyai peranan penting dalam setiap kehidupan manusia. Hal ini dapat dilihat dari kegiatan rutin sehari-hari, manajemen bisnis hingga administrasi masyarakat juga telah berubah, terutama pada proses bisnis yang dibuat semenarik mungkin dan menekankan pada respons pelanggan melalui penggunaan internet (Gommel *et al.*, 2018).

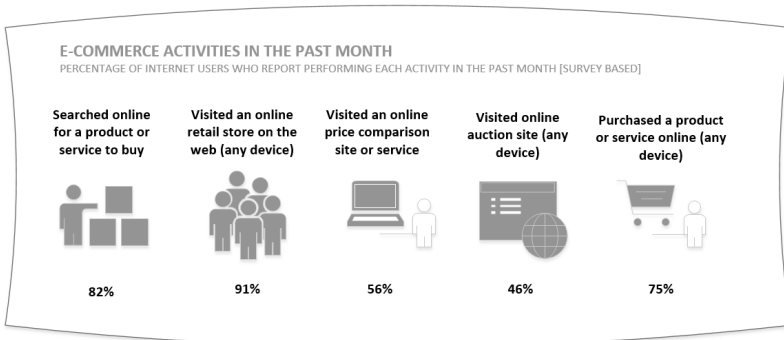
Persentase pengguna internet di dunia berdasarkan perspektif perangkat yang digunakan disajikan pada Gambar 1.2. Pada Gambar tersebut disajikan informasi per tahun 2019 terkait jumlah total pengguna internet aktif di dunia (4.437 billion), kemudian disajikan

dalam bentuk persentase dari total populasi pengguna internet (58%), jumlah total pengguna internet melalui perangkat bergerak (4.031 billion) dan dalam bentuk persentase dari total populasi pengguna internet melalui perangkat bergerak (52%).



Gambar 1.2 Jumlah pengguna internet aktif di dunia (Global Web Index, 2019).

Selanjutnya, pada Gambar 1.3 disajikan informasi tentang jumlah pengguna internet berdasarkan aktivitas yang dilakukan secara *online*. Pada Gambar tersebut diperlihatkan pengguna internet dengan 5 (lima) aktivitas, yaitu pencarian secara *online* untuk pembelian produk/ layanan (82%), mengunjungi web toko *online* (91%), mengunjungi situs *online* untuk membandingkan harga/ layanan (56%), mengunjungi situs lelang *online* (46%), dan melakukan pembayaran produk/ layanan secara *online* (75%).



Gambar 1.3 Persentase pengguna internet dunia berdasarkan aktivitas (Global Web Index, 2019).

Berdasarkan Gambar 1.2 dan Gambar 1.3 dapat dilihat bahwa pengguna internet aktif dan melakukan aktivitas secara *online* rata-rata melebihi 50% dari total pengguna internet, yaitu 4.437 billion (Global Web Index, 2019), dan ini akan terus meningkat seiring dengan perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat. Pengguna internet aktif tersebut merupakan target pasar *online* (*e-commerce*) yang sangat potensial, karena saat ini sangat banyak produk yang dijual dan ditawarkan secara *online* melalui media sosial maupun aplikasi perangkat bergerak (Kong *et al.*, 2020).

Pada beberapa tahun terakhir, perkembangan sistem manufaktur, informasi, dan teknologi manajemen serta lingkungan sosial untuk manufaktur berkembang pesat dan telah banyak berubah, seperti meningkatnya persaingan pasar global, keragaman permintaan pelanggan, dan sebagainya (Cheng and Nee, 2017). Saat ini industri manufaktur dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan pelanggan yang sangat beragam dan dapat berubah sewaktu-waktu, serta mengikuti tren tertentu (Ding *et al.*, 2018). Era Industri 4.0 memungkinkan sistem produksi untuk meningkatkan fleksibilitas produksi dalam pembuatan sebuah produk yang dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan pelanggan, yang biasa disebut sebagai personalisasi produk (Pontevedra, 2019).

Personalisasi produk secara massal dengan beragam kebutuhan pelanggan dan tren pasar *online* yang dinamis telah mendorong produsen untuk memiliki berbagai kemampuan manufaktur, terutama yang muncul untuk personalisasi atau produk inovatif (Stief *et al.*, 2019). Tetapi investasi berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan tersebut terlalu besar dan tidak menguntungkan bagi pengembangan strategis produsen (Ding *et al.*, 2018). Banyak perusahaan menerapkan sistem *outsourcing/crowdsourcing* untuk mengurangi biaya operasional agar dapat bereaksi cepat terhadap pasar yang dinamis (Coelho *et al.*, 2016; Jiang *et al.*, 2016). Melalui perkembangan internet dan teknologi

informasi yang pesat saat ini, interaksi dan informasi antarpenyedia layanan maupun antarkomunitas menjadi lebih mudah (Ying *et al.*, 2018).

Di sisi lain, permintaan pelanggan yang waktunya bervariasi dan gangguan produksi, memaksa manufaktur untuk meningkatkan fleksibilitas pada proses produksi (Ding *et al.*, 2018). *Social manufacturing* melibatkan *stakeholder*, pelanggan yang mengakses produk/layanan melalui internet, *social manufacturing resources* (SMR), serta aplikasi yang digunakan melalui media sosial atau aplikasi pada perangkat bergerak (Jiang *et al.*, 2016).

Sebagai bentuk baru dari industri manufaktur, *social manufacturing* menunjukkan kompleksitas antara *social-cyber*, seperti sumber layanan manufaktur bersifat sosial, dan dengan hal tersebut dapat memperburuk ketidakpastian serta layanan pasokan yang dinamis (Xiao *et al.*, 2019). Penggabungan antara *Cyber Physical System* (CPS) dengan media sosial menghasilkan sebuah *social manufacturing* dan teori dasar untuk organisasi produksi di masa yang akan datang.

Tiga aspek yang merupakan inti dari *social manufacturing* adalah perspektif konfigurasi, operasi, dan manajemen, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap transformasi mode produksi serta inovasi sosial (Jiang *et al.*, 2016). *Social manufacturing* diusulkan sebagai solusi manufaktur yang inovatif untuk era kustomisasi personalisasi produk di masa mendatang. Selain itu, *social manufacturing* dianggap dapat mewujudkan konsep “*from mind to product*” untuk memenuhi permintaan pelanggan, sehingga tantangan untuk ke depan adalah menambah aplikasi-aplikasi serta prospek personalisasi produk dan layanan untuk pelanggan (Xiong *et al.*, 2018).

Komunitas *social manufacturing* dibentuk untuk memenuhi setiap kebutuhan pelanggan dengan cara mengelompokkan industri kecil sesuai jenis sumber daya yang dimiliki, sehingga setiap permintaan dari pelanggan dapat diselesaikan secara bersama-sama (Guo and

Jiang, 2018). Dengan demikian, biaya produk dan waktu pengiriman menjadi indikator untuk alokasi pemesanan produk pada komunitas *social manufacturing* yang sudah dibentuk (Shang *et al.*, 2018).

Menghadapi tantangan permintaan personalisasi produk secara massal tersebut, mode manufaktur berkembang menjadi sebuah *social manufacturing* (Guo and Jiang, 2018), di mana pemangku kepentingan yang memiliki sumber daya manufaktur melakukan *sharing*, misalnya industri kecil, mikro maupun menengah (IKM), penyedia layanan logistik serta penyedia gudang pabrik, membentuk sebuah komunitas, disebut sebagai SMR, berbasis media sosial berkolaborasi dengan produsen untuk menghasilkan sebuah produk (Cheng and Nee, 2017).

Banyak IKM maupun individu yang bermunculan dengan sumber daya yang disosialisasikan dan berpartisipasi pada segmen yang berbeda (Jiang *et al.*, 2016). Komunitas industri kecil dan menengah tersebut menyediakan berbagai kemampuan dengan berorientasi layanan untuk memenuhi permintaan pelanggan (Guo and Jiang, 2018). Tren komunitas industri kecil dan menengah yang membentuk komunitas baru untuk menghasilkan sebuah produk telah mengubah paradigma sistem manufaktur dan mode produksi manual maupun otomatis (Lee *et al.*, 2015).

Sebagai contoh di China, menurut laporan dari Kementerian Industri dan Teknologi Informasi (MIIT), IKM menguasai sekitar 97% dari total industri di China, 53% pendapatan bisnis, dan keuntungan 62% di bidang manufaktur IKM tidak hanya mempromosikan pembangunan ekonomi, tetapi juga diakui sebagai kontributor utama untuk pembangunan berkelanjutan (Klewitz and Hansen, 2013). IKM yang ada dapat dikelompokkan untuk membentuk suatu komunitas *Socialized Manufacturing Resources* (SMR) berdasarkan kesamaan jenisnya. Namun, pengelompokan ini masih tidak jelas dan tidak pasti, sehingga secara tidak langsung memengaruhi proses order dari pelanggan. Alokasi pesanan harus berdasarkan kemampuan pemrosesan dan kemampuan layanan pada IKM (Guo and Jiang, 2018).

Social Manufacturing (SM) merupakan sebuah sistem manufaktur yang dibangun dengan membentuk komunitas sosial berdasar pada sumber daya bersama, yang dapat melibatkan usaha individu, UMKM, pabrik pintar, gudang penyimpanan dan sebagainya, untuk menghasilkan sebuah produk sesuai dengan yang diinginkan pelanggan.

Mode *social manufacturing* dianggap sebagai evolusi lebih lanjut dari mode *mass customization* (MC). MC mengacu pada produksi secara modular, yaitu desainer melengkapi desain produk, dan beberapa perubahan sudah ditentukan sebelumnya, seperti ukuran, warna, dan detail yang dapat diabaikan lainnya, bisa saja terwujud sesuai dengan permintaan masing-masing pelanggan (Xiong, 2018). Sistem *non-social manufacturing* ini juga dapat disebut dengan sistem manufaktur konvensional yang dapat melakukan produksi secara massal.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tentang *social manufacturing*, hampir semuanya melakukan penelitian dengan mengembangkan model sistem *social manufacturing* dengan objek yang berbeda-beda. Pengembangan model tersebut antara lain menggunakan teknologi berbasis IoT, CPS, RFID, 3D Printing, maupun berbasis *cloud*. Tetapi model yang dikembangkan pada penelitian-penelitian tersebut belum ada yang secara eksplisit menjelaskan tentang apa yang menjadi faktor penciri sistem *social manufacturing*.

Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa dalam *social manufacturing* terdapat inovasi sosial, tetapi tidak memasukkan faktor inovasi sosial ke dalam model yang dikembangkan. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Jiang dan Leng tentang konfigurasi *social manufacturing*, yang tidak menjelaskan faktor inovasi sosial dalam perancangan konfigurasi yang dibuat (Jiang and Leng, 2017). Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Jiang *et al.*, menyebutkan bahwa pengembangan model *social manufacturing*

dapat berkontribusi pada transformasi mode produksi dan inovasi sosial, tetapi tidak dijelaskan inovasi sosial yang seperti apa pada model yang dikembangkan (Jiang *et al.*, 2016).

Dengan demikian, pada buku ini dilakukan pengembangan sistem produksi terintegrasi melalui *social manufacturing*, mengukur tingkat kompetitif hasil produksi dibandingkan dengan sistem *Non-Social Manufacturing*, serta menganalisis faktor-faktor risiko yang mungkin timbul pada sistem *social manufacturing*. Pembahasan pada bab-bab selanjutnya akan memberikan pengantar mengenai dasar-dasar *social manufacturing*; konsep sistem produksi, inovasi sosial, dan personalisasi produk; serta era industri 4.0 yang ikut memengaruhi perkembangan bidang manufaktur di seluruh dunia.

Selanjutnya, pembahasan buku ini akan mencoba menjawab beberapa pertanyaan antara lain; Bagaimana model sistem sosial *manufacturing* yang dikembangkan sehingga dapat memenuhi kebutuhan pelanggan untuk personalisasi produk? Bagaimana tingkat kompetitif produk yang dihasilkan dari sistem *social manufacturing* dibandingkan dengan *non-social manufacturing*? Lalu, bagaimana pengelolaan risiko pada model sistem *social manufacturing* yang dikembangkan?



Bab II

Dasar-Dasar *Social Manufacturing*

A. Definisi *Social Manufacturing*

Social Manufacturing (SM) merupakan sebuah sistem manufaktur yang dibangun dengan membentuk komunitas sosial berdasar pada sumber daya bersama, yang dapat melibatkan usaha individu, UMKM, pabrik pintar, gudang penyimpanan dan sebagainya, untuk menghasilkan sebuah produk sesuai dengan yang diinginkan pelanggan. SM merupakan mode manufaktur baru, di mana konsumen terlibat penuh dalam proses produksi melalui internet. Selain itu, peralatan manufaktur dan terminal *smart-interactive* yang terhubung langsung di jaringan dapat membuat semua aktivitas termasuk manufaktur, konsumsi, dan layanan terwujud secara *online* (Shang *et al.*, 2018).

SM pun dapat diartikan sebagai penggabungan bidang terkait pencarian sosial, komputasi sosial, dan manufaktur sosial bersama-sama, untuk menghubungkan dengan jaringan manufaktur sosial yang terdiri dari Internet, *Internet of Things*, dan printer 3D. Tujuannya adalah untuk membuat pelaku bisnis berpartisipasi penuh dalam seluruh proses manufaktur produk dengan *outsourcing*, memfasilitasi pribadi, pola produksi dan konsumsi *real-time* dan disosialisasikan, yang pada akhirnya menghasilkan revolusi industri baru (Mohajeri *et al.*, 2017).

Selain itu, SM juga merupakan semacam mengonfigurasi, menjalankan, memelihara, dan mengelola sejumlah besar media sosial yang didistribusikan secara geografis, sumber daya manufaktur dalam bentuk jaringan komunitas manufaktur, untuk menyelesaikan sebagian atau seluruh tugas produksi untuk perusahaan yang ingin menghasilkan produk berdasarkan mekanisme layanan *outsourcing* atau *crowdsourcing* (Jiang *et al.*, 2017).

Definisi tentang *social manufacturing* menurut beberapa peneliti sebelumnya antara lain menurut Jiang *et al.* (2016), *social manufacturing* merupakan cara untuk mendorong inovasi terbuka melalui kolaborasi sosial dan berbagi sumber daya manufaktur yang dibagikan (*sharing*), yang membentuk sebuah komunitas sosial, dilakukan secara *outsourcing/crowdsourcing*, untuk mengembangkan produk yang dapat dipersonalisasi, dan situasi ini membuka jalan bagi inovasi sosial di dalamnya. Kemudian, Mohajeri *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa *social manufacturing* terdiri dari internet, *Internet of Things* (IoT) dan printer 3D, sehingga membuat orang dapat berpartisipasi penuh dalam seluruh proses *life-cycle* manufaktur dengan *outsourcing*, perorangan, pola produksi dan konsumsi *real-time* dan disosialisasikan, yang pada akhirnya menghasilkan revolusi industri baru. Adapula Shang *et al.* (2018) mendefinisikan *social manufacturing* sebagai sebuah mode manufaktur baru, di mana konsumen terlibat penuh dalam proses produksi melalui jaringan internet. Selain itu, peralatan manufaktur dan terminal *smart-interactive* yang terhubung langsung ke jaringan dapat membuat semua aktivitas termasuk manufaktur, konsumsi, dan layanan terwujud secara *online*.

Mode *social manufacturing* (SM) diusulkan pada tahun 2012, dan kemudian diteliti oleh beberapa ahli (Leng *et al.*, 2015; Jiang *et al.*, 2016; Zhou *et al.*, 2016; Hamalainen and Karjalainen, 2017; Design *et al.*, 2019). Dibandingkan dengan mode manufaktur tradisional, fitur pada SM lebih bagus, ditunjukkan dengan permintaan pelanggan dapat

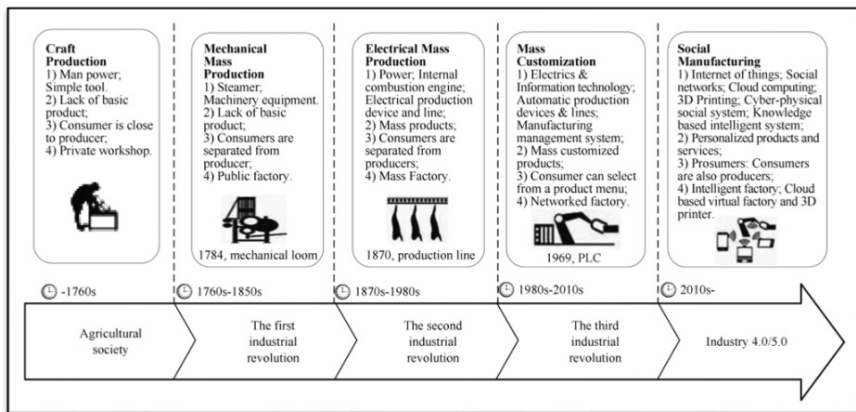
tercermin secara langsung menjadi suatu produk, atau dikenal dengan “*From mind to product*” (Xiong *et al.*, 2018), di mana setiap pelanggan dapat berpartisipasi dalam seluruh proses produk desain, pembuatan dan bahkan pemasaran (Fox and Mohamed, 2017). Partisipasi pelanggan menjadi sebuah *behavior*, yang memungkinkan mereka untuk mendapatkan lebih banyak keuntungan dan kepuasan dari produk yang diinginkan. Pengalaman pengguna dapat ditingkatkan melalui personalisasi, permintaan potensial untuk produk yang dirilis, dan efisiensi kustomisasi produksi ditingkatkan (Gregori *et al.*, 2017).

Di sisi lain, dalam pandangan produsen yang disosialisasikan, SM adalah berbagai pemangku kepentingan yang memiliki *Socialized Manufacturing Resources* (SMR), termasuk usaha industri mikro, kecil, menengah, pabrik pintar, bengkel, penyedia layanan logistik, dan penyedia gudang publik, yang membentuk komunitas berbasis media sosial dengan produsen untuk berkolaborasi untuk tugas *crowdsourcing* atau *outsourcing* (Ding *et al.*, 2018). Dengan perkembangan internet dan jejaring sosial, interaksi dan berbagi informasi di antara SMR menjadi lebih mudah. Di masyarakat, mereka saling berhubungan oleh hubungan kontrak dan hubungan urutan produksi (hulu atau hilir). Hubungan kontrak dibangun antara produsen dan mitranya, sedangkan urutan produksi hubungan dibangun di antara penyedia SMR (Jiang *et al.*, 2016; Shang *et al.*, 2018; Xiong *et al.*, 2018).

Mode SM dapat dianggap sebagai evolusi lebih lanjut dari mode *mass customization* (MC) terbaru. MC mengacu pada produksi secara modular, dimana desainer melengkapi desain produk, dan beberapa perubahan sudah ditentukan sebelumnya, seperti ukuran, warna, dan detail yang dapat diabaikan lainnya, bisa saja terwujud sesuai dengan permintaan masing-masing pelanggan (Modrak and Soltysova, 2018). Dengan dukungan SM, lebih banyak penyesuaian dapat dilakukan tercapai, dan desain produk dapat diselesaikan sepenuhnya sesuai tuntutan pelanggan. Karena itu, SM dapat memberikan layanan

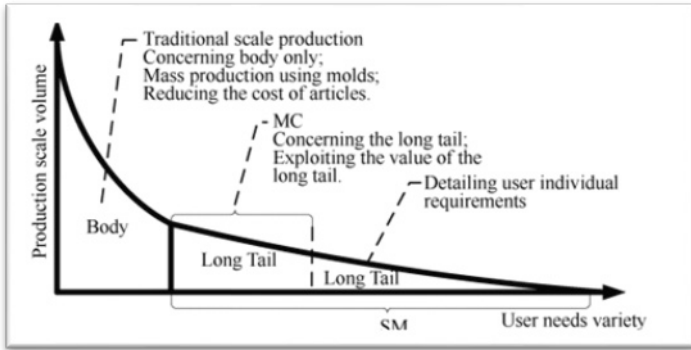
yang lebih baik dan lebih banyak daripada MC (Zhou *et al.*, 2016; Gommel *et al.*, 2018).

Mode MC cocok untuk diterapkan pada produk atau layanan secara massal. Mode ini telah diadopsi oleh banyak industri untuk memenuhi persyaratan spesifik pelanggan secara massal sejak tahun 1980-an. Sejarah perkembangan industri manufaktur disajikan pada Gambar 2.1.

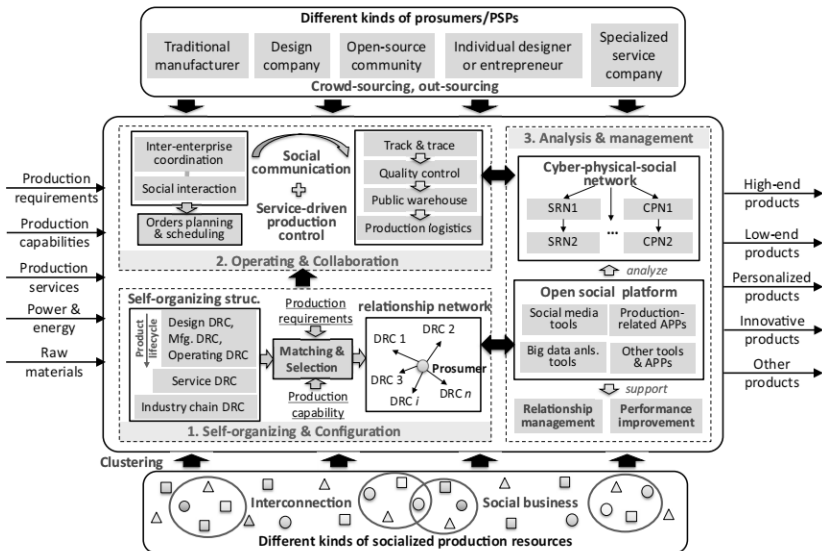


Gambar 2.1 Perkembangan industri manufaktur (Zhou *et al.*, 2016).

Industri manufaktur tradisional, terutama mempertimbangkan skala untuk mengurangi biaya produk dari permintaan individu pelanggan. MC bisa sesuai dengan permintaan individu yang sederhana seperti warna dan ukuran. Tetapi, mode SM melakukan segala upaya untuk mengatasi kelemahan dari manufaktur tradisional, dengan sepenuhnya menyadari nilai jangka panjang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Adapun Gambar 2.3 merupakan gambaran *logic framework* dari *social manufacturing* (Jiang *et al.*, 2016).



Gambar 2.2 Perbandingan antara MC dan SM (Zhou et al., 2016)



Gambar 2.3 Social Manufacturing Framework (Jiang et al., 2016)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3, logika organisasi menjelaskan bagaimana *production service provider* (PSP) dan prosuemen berkolaborasi untuk produksi, yang mencakup beberapa tahapan, yaitu:

1. *Self-organizing and Configuration*

PSP yang tersebar berinteraksi satu sama lain dalam *social relationship network* (SRN1), dan mengatur diri mereka sendiri ke dalam *dynamic resource communities* (DRC) yang berbeda secara

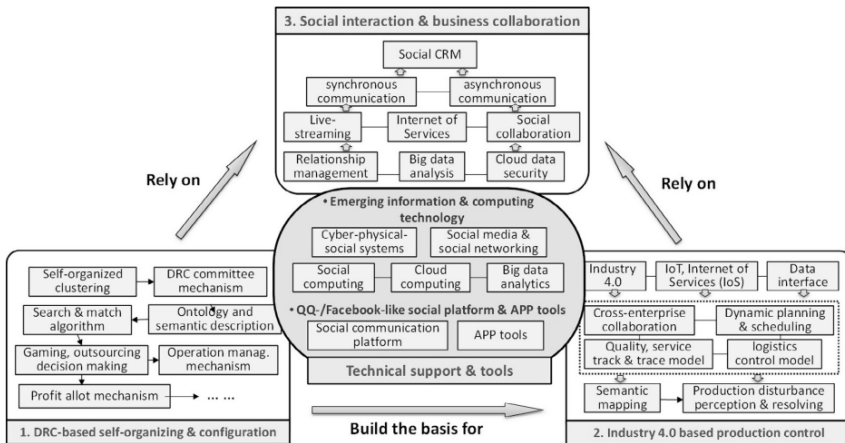
otomatis.

2. Operating and Collaboration

Setelah *configuration*, tugas siklus hidup produk dioperasikan secara berurutan. Persyaratan prosumer dipenuhi melalui interaksi sosial dan berbagi informasi melalui SRN1/SRN2. Khususnya di fase manufaktur, *cyber physical network* (CPN1) dibangun di bawah lingkungan industri 4.0 untuk mengumpulkan data industri secara *real time*. Sempurna CPN1 adalah fasilitas bengkel kerja, sensor, mesin, dan lain-lain. CPN1 adalah integrasi (CPN2) dari semua PSP yang dipilih. Karena itu, prosumer bisa mendapatkan data menyeluruh untuk perencanaan *outsourcing* yang dinamis dan penjadwalan, pemantauan, jalur logistik, dan lain-lain.

3. Analysis and Management

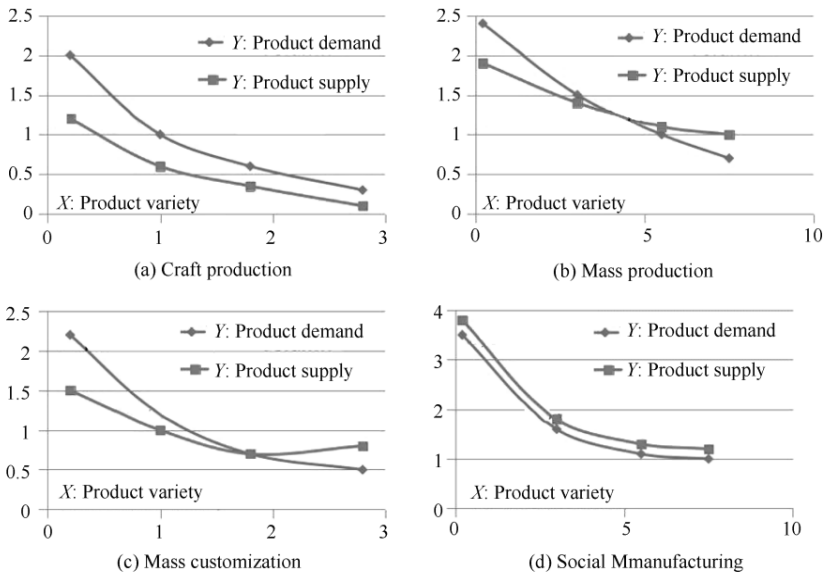
Berdasarkan data yang dikumpulkan, PSP dan prosumer dapat mengevaluasi kinerja produksi dan preferensi bisnis. Selain itu, hubungan yang berbeda dikelola untuk perbaikan dan peningkatan yang berkelanjutan.



Gambar 2.4 Tiga aspek utama *Social Manufacturing* (Jiang et al., 2016)

Aspek utama dari *social manufacturing*, seperti disajikan pada Gambar 2.4, meliputi: organisasi *dynamic resource communities and configuration*, Industri 4.0 berbasis kontrol produksi, *social interaction*

and business collaboration.

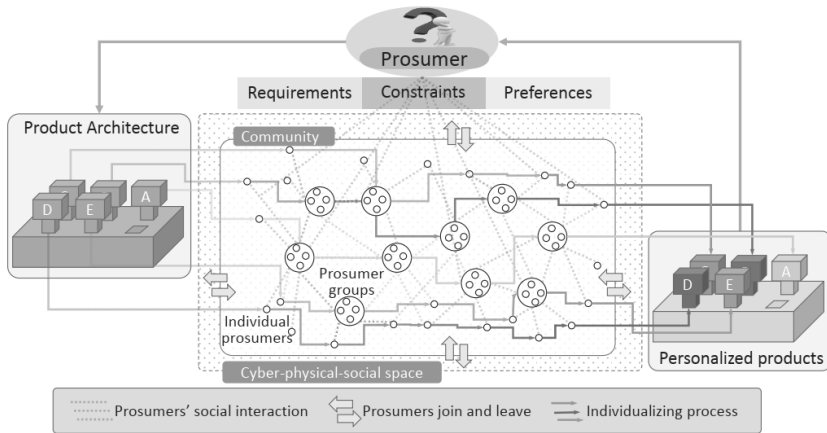


Gambar 2.5 Hubungan Demand dan Supply pada setiap mode produksi (Jiang et al., 2016).

Hubungan *Demand* dan *Supply* untuk satu pelanggan di bawah mode produksi CP, MP, MC, dan SM yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 2.5. Jika volume pasokan mendekati volume permintaan, itu berarti penawaran dapat memenuhi permintaan; jika tidak, penawaran tidak dapat memenuhi permintaan. Sebagai contoh industri pakaian, CP tidak bisa membuat pakaian yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. MP bisa membuat pakaian yang cukup untuk memenuhi kebutuhan umum dan material mereka, tetapi tidak dapat memenuhi kebutuhan khusus atau spiritual mereka. MC bisa menghasilkan cukup pakaian untuk memenuhi kebutuhan material dan spiritual yang telah ditentukan, tetapi masih tidak dapat memenuhi kebutuhan pribadi dan spiritual mereka sama sekali. Untuk artikel konsumsi pribadi seperti pakaian, kebutuhan spiritual mereka seperti setelan pakaian menjadi lebih penting daripada kebutuhan material mereka seperti perlindungan tubuh dan tetap hangat. Namun,

SM yang baru muncul menjanjikan untuk memungkinkan memenuhi kebutuhan pribadi mereka sepenuhnya (Jiang *et al.*, 2016).

Model sistem SM yang sudah ada saat ini (*existing*) disajikan pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Model *social manufacturing* yang ada saat ini (Jiang, *et al.*, 2016).

Pada Gambar 2.6 disajikan model SM yang semuanya dapat berlaku sebagai *Socialized Manufacturing Resources* (SMR) serta dapat berlaku sebagai prosumer, dengan membentuk sebuah komunitas untuk melakukan proses produksi, yang akan menghasilkan sebuah personal produk sesuai yang diminta pelanggan.

Mode *social manufacturing* dianggap sebagai evolusi lebih lanjut dari mode *mass customization* (MC). MC mengacu pada produksi secara modular, di mana desainer melengkapi desain produk, dan beberapa perubahan sudah ditentukan sebelumnya, seperti ukuran, warna, dan detail yang dapat diabaikan lainnya, bisa saja terwujud sesuai dengan permintaan masing-masing pelanggan (Xiong, 2018). Sistem *non-social manufacturing* ini juga dapat disebut dengan sistem manufaktur konvensional yang dapat melakukan produksi secara massal.

Perbandingan antara sistem *social manufacturing* dan *non-social manufacturing* (MC) disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan antara sistem *social manufacturing* dan *non-social manufacturing (mass customization)* (Xiong, 2018)

Konten	<i>Non-social manufacturing (Mass Customization)</i>	<i>Social Manufacturing</i>
Kebutuhan pelanggan	Memenuhi kebutuhan pelanggan dengan material yang telah ditentukan	Memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan
Pendekatan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan	Persyaratan khusus yang dapat disesuaikan, dipenuhi dengan mempelajari berbagai produk dari wilayah yang berbeda	Permintaan pelanggan secara individual sesuai dengan desain personalisasi produk
Mode kustomisasi	Menu bagian produk untuk kustomisasi N:M	1 Personalisasi produk untuk 1 kustomisasi
Mode produksi	Produksi massal berbasis modular, dengan tingkat fleksibilitas yang tinggi	Desain dan pembuatan produk yang dipersonalisasi, dengan tingkat fleksibilitas lebih tinggi
Partisipasi pelanggan	Pemilihan bagian produk berdasarkan pemilihan warna, ukuran, dan aksesoris	Desain dan pembuatan produk personalisasi secara interaktif, kustomisasi dengan konten apapun dan tingkat akurasi lebih tinggi

Konten	<i>Non-social manufacturing (Mass Customization)</i>	<i>Social Manufacturing</i>
Teknologi pendukung	Listrik dan teknologi informasi, jalur produksi otomatis, manajemen <i>manufacturing</i> (MES, ERP, e-business)	<i>Internet of Things; Social Networks; 3D Scanning & Printing; Cloud computing; Knowledge based Intelligent Systems (CAD/CAM, MES/ERP, dan platform social manufacturing berbasis cloud)</i>
Keuntungan	Biaya produksi lebih rendah karena memproduksi massal	Nilai tambah (<i>value added</i>) tertinggi dengan biaya terjangkau

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, serta peluang yang ada untuk menerapkan sistem *social manufacturing*, maka untuk mengetahui kebutuhan dan kesempatan dari penggunaan *social manufacturing* terangkum pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kebutuhan dan kesempatan pada *social manufacturing*

Kebutuhan (Needs)	Kesempatan (Opportunity)
<i>Preference</i> pelanggan bervariasi, menginginkan produk dapat dikustomisasi dan personalisasi	Industri manufaktur harus bisa menyesuaikan dengan permintaan pelanggan yang bervariasi
Perkembangan <i>trend</i> produk serta permintaan pasar sangat dinamis dan berubah-ubah secara cepat	Menyediakan sistem produksi yang dapat menyesuaikan perkembangan <i>trend</i> produk
Personalisasi produk memerlukan adanya nilai tambah (<i>value added</i>) pada setiap produknya	Melakukan <i>outsourcing</i> atau <i>crowdsourcing</i> , proses produksi yang fleksibel

Industri manufaktur harus dapat beradaptasi untuk memenuhi permintaan pelanggan, dan perlu investasi besar untuk penggantian peralatan/ mesin produksi	Karena biaya investasi penggantian/ penambahan mesin sangat tinggi, maka dapat dilakukan <i>outsourcing/ crowdsourcing</i> atau dengan membentuk komunitas sosial yang memiliki sumber daya manufaktur untuk menghasilkan produk
--	--

B. Karakteristik *Social Manufacturing*

Mass Production (MP) seperti mobil dan pesawat terbang dibuat oleh produsen di pabrik secara massal untuk memenuhi permintaan pelanggan dan mode MP ini cocok untuk produk standar dalam jumlah besar (Zhou *et al.*, 2016). Revolusi terjadi selama 1980-an sampai dengan 2010, alat-alat baru yang menggunakan energi listrik, perangkat otomatis dan jalur produksi, dan sistem manajemen *manufacturing* menyebabkan terjadinya *Mass Customization* (MC), di mana produk yang dikustomisasi massal seperti sepatu dan pakaian dirancang dan dibuat oleh pabrik untuk memenuhi berbagai kebutuhan pelanggan yang berbeda (Watcharapanyawong *et al.*, 2011). Mode MC ini cocok untuk kustomisasi massal untuk produk atau layanan, serta telah diadopsi oleh banyak industri untuk memenuhi permintaan khusus dari pelanggan secara massal sejak 1980-an (Shang *et al.*, 2018).

Industri manufaktur telah menjadi profesional, tersosialisasi, berorientasi layanan, dan kolaboratif, sehingga banyak perusahaan kecil dan menengah profesional dan bersosialisasi bermunculan untuk menyediakan produk-layanan untuk memenuhi keinginan pelanggan (Guo and Jiang, 2018). Menghadapi tren ini, mode manufaktur baru yang disebut manufaktur sosial (*social manufacturing*) telah diusulkan untuk meningkatkan gerbang perusahaan kecil dan menengah ini ke dalam komunitas untuk proses personalisasi produk secara massal

(Zhou *et al.*, 2016). Perkembangan teknologi informasi, seperti banyaknya media sosial dan *cloud computing*, tidak menjadikan masalah untuk komunikasi produsen dan konsumen, karena dalam sistem *social manufacturing* kadang-kadang konsumen juga dapat bertindak sebagai produsen atau yang biasa disebut dengan prosumer. Artinya, sebuah *social manufacturing* dapat terbentuk dari gabungan dari komunitas-komunitas (IKM) yang dapat berbagi tugas dan peran (Zhou *et al.*, 2016; Guo and Jiang, 2018).

Penelitian terkait *social manufacturing* telah dilakukan oleh banyak peneliti. Penelitian tersebut diklasifikasikan berdasarkan keinginan pelanggan (Pontevedra, 2019), pendekatan yang digunakan ke pelanggan (Watcharapanyawong *et al.*, 2011; Joyner *et al.*, 2018; Shang *et al.*, 2018), mode kustomisasi (Zhou *et al.*, 2016), mode produksi (Xiong *et al.*, 2018), partisipasi pelanggan (Gregori *et al.*, 2017), teknologi yang digunakan (Ding *et al.*, 2018; Design *et al.*, 2019; Song *et al.*, 2019; Xiao *et al.*, 2019), keuntungan *social manufacturing* (Ding *et al.*, 2015; Jiang *et al.*, 2016).

C. Perkembangan *Social Manufacturing*

Model manufaktur konvensional dibangun berdasarkan efisiensi rantai pasokan dan berkonsentrasi pada pengembangan produk. Peran produk lebih ditekankan daripada peran pelanggan (Kauranen, 2015). Tetapi, mendasarkan strategi manufaktur pada model manufaktur konvensional ini dapat menciptakan masalah serius bagi perusahaan manufaktur saat ini (Hamalainen and Karjalainen, 2017). Contohnya, karena kebutuhan pelanggan berubah dengan cepat, produsen harus terus memodifikasi produk mereka. Namun, modifikasi ini menghasilkan biaya dan waktu produksi tambahan (Hamalainen *et al.*, 2018).

Perusahaan manufaktur mencari cara untuk memprediksi minat pelanggan mereka terlebih dahulu. Mereka berusaha menghindari

biaya tambahan dan waktu modifikasi dengan mengikuti strategi penawaran yang proaktif (Xiong *et al.*, 2018). Teknologi yang berkembang saat ini memungkinkan hubungan komunikasi antara produsen dengan dapat lebih intensif (Kauranen, 2015). Industri manufaktur dapat beralih mulai dari mengenal pelanggan menjadi benar-benar merangkul atau bekerja sama dengan pelanggan (Zhou *et al.*, 2016). Pesatnya perkembangan teknologi internet memberikan peluang untuk menghubungkan pelaku industri yang berbeda dalam suatu jaringan manufaktur, yang berarti, misalnya, bahwa orang dapat menggunakan alat-alat manufaktur yang mungkin mereka miliki di rumah untuk proses produksi terdesentralisasi (Joyner *et al.*, 2018). Melalui jenis *crowdsourcing* ini, perusahaan dapat merespons permintaan untuk produk yang dipersonalisasi (Shang *et al.*, 2018).

Tipe hubungan baru antara produsen-pelanggan memungkinkan terbentuk suatu model manufaktur yang dapat disebut sebagai “*Social Manufacturing*” (Zhou *et al.*, 2016). Pada saat yang sama, perusahaan manufaktur mulai fokus pada tugas-tugas produksi inti dan telah mengalihdayakan tugas-tugas produksi non-inti mereka (Guo and Jiang, 2018). Fokus baru tersebut dapat mengurangi biaya tenaga kerja, pendanaan, dan pengeluaran modal manufaktur lainnya, dan hal ini juga akan meningkatkan respons pasar dari produsen. Oleh karena itu, keuntungan dari menggunakan model manufaktur sosial yang terdistribusi secara penuh memungkinkan manufaktur departemen untuk berhemat (Ding *et al.*, 2015).

Istilah “*Social Manufacturing*” telah digunakan dalam beberapa artikel dan jurnal. Majalah *Economist* pertama kali menyebutkan gagasan manufaktur sosial dalam kekhususannya laporan manufaktur dan inovasi, “Revolusi industri ketiga” (Xiao *et al.*, 2019). Selain itu, Profesor Feiyue Wang menjelajahi aspek sosial baru manufaktur dalam artikelnya “Dari perhitungan sosial ke manufaktur sosial” (Wang *et al.*, 2016). Lebih lanjut, *Institute for the Future* (IFTF) telah meluncurkan

inisiatif untuk memberikan visi yang mendalam tentang masa depan manufaktur sosial dan pengaruhnya terhadap pembangunan di seluruh dunia (IFTF, Manufaktur sosial: Jalur alternatif ke pengembangan). Baru-baru ini, Profesor Gang Xiong memperkenalkan arsitektur sosial sistem manufaktur yang menggabungkan teknologi 3D, desain yang dipersonalisasi, *cloud* platform bisnis, dan logistik cerdas (Zhou *et al.*, 2016). Jiang *et al.* (2016) menguraikan gagasan tentang sistem manufaktur sosial yang memprediksikan sistem *social manufacturing* secara ideal, pelanggan akan dapat mengurus semua proses terkait produksi dari permesinan hingga perakitan, dan tidak perlu berinvestasi dalam sistem manufaktur yang mahal, seperti jalur perakitan (Jiang *et al.*, 2016).

Perbandingan beberapa sistem manufaktur disajikan pada Tabel 2.3, di antaranya *flexible manufacturing*, *virtual enterprise*, *grid manufacturing*, *cloud manufacturing*, *collaborative manufacturing*, *networked manufacturing*, dan *social manufacturing*. Jenis yang dibandingkan antara lain tipe sumber daya, integrasi dari masing-masing sumber daya, *sharing* sumber daya serta teknologi manufaktur yang digunakan. Perbandingan pada sisi karakteristik manufaktur menunjukkan bahwa hampir semua paradigma manufaktur yang dituliskan pada tabel memiliki karakteristik sebagai proses produksi yang fleksibel. Tetapi yang menonjol pada *social manufacturing* adalah proses produksi yang fleksibel, layanan nilai tambah, dan inovasi sosial.

Tabel 2.3 Perbandingan Paradigma Sistem Manufaktur (Jiang *et al.*, 2016).

Items	Flexible Manufacturing	Virtual Enterprise	Manufacturing Grid	Cloud Manufacturing	Collaborative Manufacturing	Networked Manufacturing	Social Manufacturing
Jenis sumber daya	Manufacturing resources	Dari perusahaan-perusahaan	Dari perusahaan-perusahaan	Sumber daya manufaktur	Dari perusahaan-perusahaan	Dari perusahaan-perusahaan	Socialized manufacturing resources (SMRs)
Integrasi sumber daya	Informasi dan proses	Manufacturing resources, data/information, etc.	Manufacturing resources, computing resources, etc.	Manufacturing resources and abilities	Manufacturing resources and abilities	Manufacturing resources and abilities	Dari siklus hidup produk
Koordinasi produksi	Dalam satu perusahaan	Antara beberapa perusahaan	Antara perusahaan	Antara beberapa perusahaan	Berdasarkan jaringan (kolaborasi)	Antara beberapa perusahaan	Antara semua komunitas/kelompok usaha
Pengelolaan sumber daya	Sentralisasi	Sentralisasi	Sentralisasi	Sentralisasi	Semi-desentralisasi	Sentralisasi	Semi-desentralisasi, terorganisir sendiri
Pembagian (sharing) informasi	Inter-enterprise sharing	Partially sharing	Partially sharing	Partially sharing	Based on grid	Information sharing	Full-scale sharing
Teknologi informasi yang digunakan	Computer-aided technology	ICT, concurrent engineering	Grid computing, agent, web service	Cloud computing, IoT, RFID, sensor network, etc.	WAN environment	Internet	Social network, cloud computing, big data, industry 4.0, etc.
Karakteristik manufaktur	Flexibility, based on modularity	Agility, resource sharing, efficiency	Flexibility, agility, resource sharing, cost-saving	Flexibility, agility, resource sharing, on-demand, value-added service	Flexibility, resource sharing	Flexibility, information sharing	Flexibility, agility, value-added service, social innovation

Berdasarkan perbandingan pada Tabel 2.3, dapat dilihat salah satu karakteristik manufaktur yang hanya dimiliki oleh model *social manufacturing* adalah adanya inovasi sosial (*social innovation*). Ada beberapa faktor yang mendorong kemunculan inovasi sosial. Pertama, inovasi sosial merupakan produk atau proses yang muncul ketika pendekatan konvensional tidak dapat menyelesaikan masalah, ketika terjadi perubahan di dalam sistem sosial, atau ketika terjadi perubahan kelembagaan. Kedua, inovasi sosial muncul terutama di dalam pemecahan masalah sosial dan lingkungan yang disebabkan oleh kegagalan pasar. Ketiga, inovasi sosial muncul ketika teknologi dipergunakan untuk mengidentifikasi dan memecahkan kondisi ketidakpuasan masyarakat akibat penggunaan cara-cara konvensional. Inovasi sosial tidak selalu berupa teknologi baru, tetapi merupakan produk atau proses yang melibatkan interaksi sosial di dalamnya, yang dapat menguntungkan semua pihak. Masing-masing pihak mendapatkan keuntungan dari adanya inovasi sosial ini, seperti keuntungan finansial, reputasi, operasional dan juga tambahan pengetahuan. Oleh karena itu, inovasi sosial ini dapat dijadikan faktor pendorong dalam pengembangan model sistem *social manufacturing*, yang tidak dimiliki oleh model manufaktur lain.



Bab III

Sistem Produksi, Inovasi Sosial, dan Personalisasi Produk

A. Sistem Produksi

Produksi adalah bidang yang terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, di mana produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal balik (dua arah) yang sangat erat dengan teknologi. Sistem produksi merupakan sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Dalam sistem produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah input menjadi output yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.

Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting dalam menunjang kontinuitas operasional sistem produksi itu. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari: material, mesin dan peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah, dan lain-lain. Adapun komponen atau elemen fungsional terdiri dari: supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan, yang kesemuanya berkaitan dengan manajemen dan organisasi. Suatu sistem produksi berada pada sebuah lingkungan sehingga aspek-aspek dari lingkungan seperti perkembangan teknologi, ekonomi, kebijakan pemerintah, peraturan perundang-undangan akan memengaruhi sistem produksi tersebut.

Strategi respons terhadap permintaan konsumen mendefinisikan bagaimana suatu perusahaan industri manufaktur akan memberikan tanggapan atau respons terhadap permintaan konsumen, dan dapat diklasifikasikan dalam lima kategori sebagai berikut (Gaspersz, 2001).

1. *Design-to-Order*

Dalam strategi ini perusahaan tidak memiliki inventori yang bila ada pesanan dari pelanggan, perusahaan baru akan mengembangkan desain untuk produk yang diminta. Selanjutnya, bila pelanggan dan produsen telah mencapai kesepakatan mengenai desain produk barulah perusahaan akan memesan material yang dibutuhkan, melakukan proses produksi. Dalam strategi ini, perusahaan tidak memiliki risiko yang berkaitan dengan investasi inventori. Strategi tersebut sangat cocok untuk produk-produk baru dan/atau unik secara total.

2. *Make-to-Order*

Perusahaan dengan strategi ini hanya mempunyai desain produk dan beberapa material standar dalam inventori, dari produk yang telah diproduksi sebelumnya. Perusahaan akan menyiapkan spesifikasi produk menerima pesanan dari pelanggan. Perusahaan menawarkan harga dan waktu penyerahan kepada pelanggan, selanjutnya bila telah terjadi kesepakatan, produksi akan dilakukan. Dengan menggunakan strategi ini, perusahaan mempunyai risiko yang sangat kecil berkaitan dengan investasi inventori. Fokus operasional dari strategi tersebut adalah pada pesanan spesifik dari pelanggan dan bukan dari *part*.

3. *Assemble-to-Order*

Perusahaan dengan strategi ini akan memiliki inventori dalam bentuk *subassembly* atau modul. Pesanan dari pelanggan akan segera diproduksi dengan merakit modul-modul yang sudah tersedia. Industri ini membutuhkan peramalan yang efektif dan

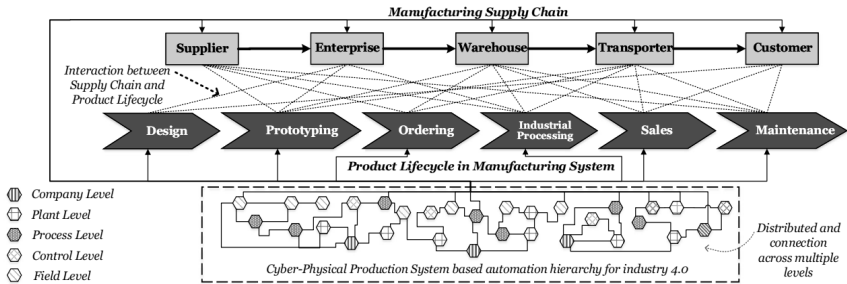
penyimpanan modul dalam inventori dibandingkan peramalan untuk produk akhir. Sehingga pesanan dari pelanggan dapat segera dirakit menjadi produk akhir.

4. *Make-to-Stock*

Perusahaan industri dengan strategi ini memiliki inventori yang besar pada produk akhir. Dalam strategi ini siklus waktu dimulai ketika produsen membuat spesifikasi produknya, memperoleh bahan baku, dan memproduksi produk hingga akhir untuk disimpan sebagai *stock*. Pesanan pelanggan akan segera diambil dari *stock* yang ada dan dapat segera dikirimkan. Perusahaan dengan strategi ini memiliki risiko tinggi berkaitan dengan investasi inventori yang besar. Pesanan pelanggan tidak dapat diramalkan dan diidentifikasi secara akurat. Fokus operasional dari industri yang menggunakan strategi ini terarah pada pengisian kembali inventori, di mana sistem produksi menetapkan tingkat inventori berdasarkan padaantisipasi pesanan yang akan datang, dan bukan berdasarkan pesanan yang ada sekarang.

5. *Make-to-Demand*

Pada strategi ini, penyerahan produk dari produsen berkaitan dengan kualitas dan waktu penyerahan secara tepat berdasarkan pelanggan. Strategi ini memiliki fleksibilitas yang tinggi terhadap keinginan pelanggan dan penyerahan produk yang secepat strategi *make-to-stock*. Strategi ini dapat diterapkan pada produk-produk industri yang telah berada pada tahap menurun (*declining stage*) dari siklus hidup, karena produk-produk itu membutuhkan *features* dan pilihan-pilihan (*options*) yang lebih banyak disertai dengan harga yang lebih rendah serta waktu penyerahan lebih cepat agar dapat bertahan di pasar yang sangat kompetitif.



Siklus hidup produksi pada Industri 4.0 yang berkaitan dengan proses produksi untuk berbagai tahapan disajikan pada Gambar 3.1, mulai dari *supplier*, proses desain, *prototyping*, pengiriman order, proses manufaktur kemudian setelah produk jadi mulai dipasarkan ke pelanggan, sampai dengan proses *maintenance* di pabrik (Chhetri *et.al*, 2018).

Gambar 3.1 Siklus produksi pada Industri 4.0 (Chhetri *et.al*, 2018)

Pada sistem ini, aliran informasi dilakukan secara desentralisasi, sehingga akan ada konektivitas yang lebih baik antara tingkatan dan visibilitas yang lebih baik dari berbagai tahapan siklus produksi.

B. Inovasi Sosial

Ada beberapa definisi inovasi sosial atau *social innovation* menurut beberapa pakar. Pertama, inovasi sosial adalah produk atau proses yang muncul ketika pendekatan konvensional tidak dapat menyelesaikan masalah, ketika terjadi perubahan di dalam sistem sosial, atau ketika terjadi perubahan kelembagaan. Kedua, inovasi sosial muncul terutama di dalam pemecahan masalah sosial dan lingkungan yang disebabkan oleh kegagalan pasar. Ketiga, inovasi sosial muncul ketika teknologi dipergunakan untuk mengidentifikasi dan memecahkan kondisi ketidakpuasan masyarakat akibat penggunaan cara-cara konvensional (Anastasya, 2019).

Para pakar mengaitkan kemunculan inovasi sosial dengan adanya masalah sosial dan lingkungan, kegagalan pasar, pemecahan masalah

tersebut, perubahan sosial dan kelembagaan, proses dan produk, serta pemanfaatan teknologi. Tetapi, penjelasan situasional tersebut belum lengkap, karena baru menjelaskan kondisi-kondisi atau konteks yang melingkupi kemunculan inovasi sosial. Mengikuti pengertian inovasi yang banyak dianut oleh para pakar manajemen, ciri dari inovasi adalah baru dan lebih baik. Tetapi, yang dipandang sebagai yang lebih penting adalah ciri yang kedua.

Inovasi sosial tujuannya adalah memecahkan masalah yang dihadapi oleh masyarakat, sehingga yang dimaksud dengan lebih baik adalah kondisi masyarakat yang menjadi sasaran penerima manfaat inovasi itu. Menyimpulkan pendapat para pakar tentang inovasi sosial, Caroli dkk. menyatakan, *“What really matters is the improvement of the social results in comparative terms, rather than the novelty of the service itself. For this reason, social innovation should be understood more for its ability to create social impact, than for the inherent novelty of its proposals* (Martin and Upham 2016; Martinez et al. 2017). *At the same time, social innovation should have the potential to improve the quality of life of a particular community* (Pol and Ville 2009) *and to create a discontinuity with the past, where the novel solution improves the conditions of the community* (Devadula et al. 2017), *compared to the previous state of things.”*

Dengan kata lain, bukti dari sifat inovatif itu adalah kemampuan untuk menghasilkan dampak sosial positif yang lebih baik dibandingkan dengan pendekatan tradisional. Dampak sosial positif itu ditandai dengan kualitas hidup, atau kesejahteraan, yang meningkat. Dalam penjelasan ekosistem yang lebih luas, inovasi sosial itu melibatkan investor sosial (mereka yang memberikan modal inovasi sosial), inovator sosial (pemilik ide, proses, atau produk inovatif), inovasi sosial, serta penerima manfaat. Investor, baik itu pemerintah, perusahaan, atau lembaga maupun individu, juga berhak atas keuntungan dari inovasi sosial tersebut, yang bisa

berupa keuntungan finansial, operasional, dan reputasional. Tetapi, para investor akan menerima keuntungan reputasional, operasional, atau finansial (jika inovasi sosial itu berarti pemanfaatan mekanisme pasar untuk memecahkan masalah) setelah inovasi itu benar-benar menunjukkan manfaat untuk masyarakat sasaran. Jika selama ini apapun yang baru atau yang menggunakan teknologi mutakhir langsung diberi label 'inovatif', inovasi sosial membutuhkan lebih banyak rambu-rambu. Rambu terpenting adalah peningkatan kesejahteraan masyarakat yang terukur, bukan hanya kesan sekilas atau data yang tidak jelas sumbernya.

C. Konsep Personalisasi Produk

Mass customization (MC) dapat memenuhi biaya yang dapat diterima untuk kategori produk yang berbeda, dengan produk yang telah ditentukan dan konfigurasi terbatas (Modrak and Soltysova, 2018). Di sisi lain, personalisasi dapat memenuhi permintaan pelanggan dengan tingkat personalisasi yang ekstrem, menawarkan produk yang terjangkau dan sesuai dengan permintaan pelanggan, tetapi terkait dengan peningkatan biaya secara signifikan (Stief *et al.*, 2019). Pada MC, pelanggan memiliki kesempatan untuk memilih produk dari yang terjangkau tetapi terbatas pada sebuah klusterisasi produk. Karena persaingan pasar yang ketat, industri ingin pindah dari segmentasi pelanggan ke model bisnis personalisasi massal (Gommel *et al.*, 2018). Situasi ini menunjukkan bahwa sektor bisnis telah memasuki era personalisasi dalam skala yang besar. Meskipun MC telah menghadirkan klusterisasi produk dengan efisiensi produksi massal yang mendekati, personalisasi massal merupakan tujuan akhir.

Personalisasi massal berorientasi pelanggan, dan konsep berbasis data dengan kombinasi fitur yang berbeda dan proposisi nilai produksi massal (Kaneko *et al.*, 2018). Industri 4.0 menawarkan teknologi yang cocok untuk memenuhi harga produk yang terjangkau dengan tingkat personalisasi tertinggi (Ding *et al.*, 2015; Jiang *et al.*, 2016). Dalam

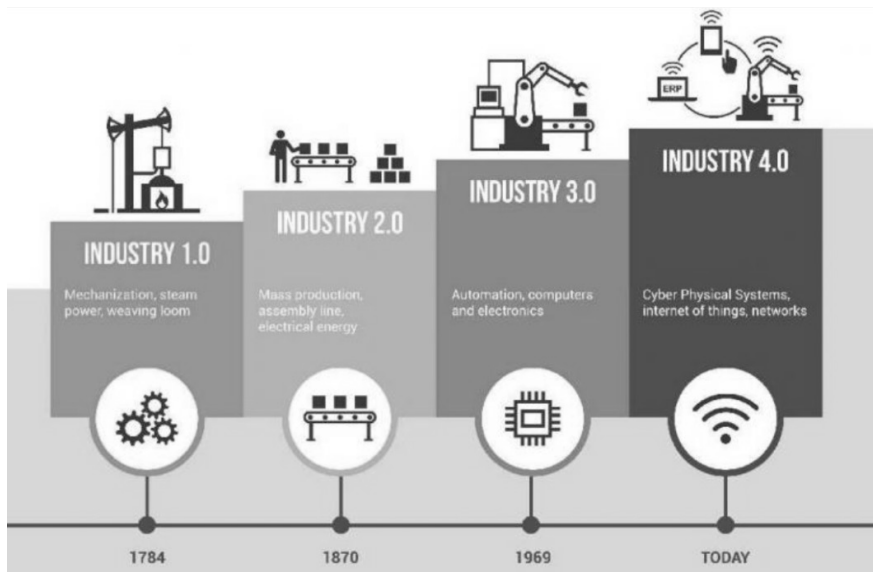
personalisasi, pelanggan terlibat dalam pengembangan produk melalui pengembangan seluruh siklus hidup produk termasuk desain dan pengujian. Jadi, salah satu yang mendasar perbedaan antara personalisasi dan personalisasi massal adalah keterlibatan pelanggan dalam proses UX dan desain bersama (Huang *et al.*, 2017). Personalisasi massal tergantung pada data historis, karena pada mode ini membutuhkan suatu pendekatan yang dapat memenuhi permintaan pelanggan yang beragam dan cepat berubah sesuai tren (Zheng *et al.*, 2018).



Bab IV

Manufaktur Era Industri 4.0.

Istilah Revolusi Industri merujuk pada perubahan yang terjadi pada manusia dalam melakukan proses produksinya. Pertama kali muncul di tahun 1780-an, ini lah yang biasa disebut Revolusi Industri 1.0. Gambar 4.1 berikut merupakan perkembangan dari setiap tahapan revolusi industri.



Gambar 4.1 Sejarah revolusi industri

Sejarah revolusi industri dimulai dari industri 1.0, 2.0, 3.0, hingga industri 4.0. Fase industri merupakan *real change* dari perubahan

yang ada. Industri 1.0 ditandai dengan mekanisasi produksi untuk menunjang efektivitas dan efisiensi aktivitas manusia, industri 2.0 dicirikan oleh produksi massal dan standarisasi mutu, industri 3.0 ditandai dengan penyesuaian massal dan fleksibilitas manufaktur berbasis otomatisasi dan robot. Industri 4.0 selanjutnya hadir menggantikan industri 3.0 yang ditandai dengan *cyber* fisik dan kolaborasi manufaktur (Hermann *et al*, 2015).

Istilah industri 4.0 berasal dari sebuah proyek yang diprakarsai oleh pemerintah Jerman untuk mempromosikan komputerisasi manufaktur. Industri 4.0 ditandai dengan peningkatan digitalisasi manufaktur yang didorong oleh empat faktor: 1) peningkatan volume data, kekuatan komputasi, dan konektivitas; 2) munculnya analisis, kemampuan, dan kecerdasan bisnis; 3) terjadinya bentuk interaksi baru antara manusia dengan mesin; dan 4) perbaikan instruksi transfer digital ke dunia fisik, seperti robotika dan 3D printing (Lee *et.al*, 2013).

Menurut Lifter dan Tschienner (2013), prinsip dasar industri 4.0 adalah penggabungan mesin, alur kerja dan sistem, dengan menerapkan jaringan cerdas di sepanjang rantai dan proses produksi untuk mengendalikan satu sama lain secara mandiri. Industri 4.0 telah memperkenalkan teknologi produksi massal yang fleksibel (Kagermann *et al*, 2013). Mesin akan beroperasi secara independen atau berkoordinasi dengan manusia (Sung, 2017). Industri 4.0 merupakan sebuah pendekatan untuk mengontrol proses produksi dengan melakukan sinkronisasi waktu dengan melakukan penyatuan dan penyesuaian produksi (Kohler & Weisz, 2016). Selanjutnya, Zesulka *et. al* (2016) mengatakan, industri 4.0 digunakan pada tiga faktor yang saling terkait yaitu; 1) digitalisasi dan interaksi ekonomi dengan teknik sederhana menuju jaringan ekonomi dengan teknik kompleks; 2) digitalisasi produk dan layanan; dan 3) model pasar baru. Sementara itu, beberapa bidang yang dikembangkan selama era industri 4.0 di antaranya adalah *Internet of Things* (IoT) dan *Cloud Computing* atau Sistem Komputasi Awan. Berikut penjelasannya.

A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) dapat dijelaskan sebagai satu set *things* yang saling terkoneksi melalui internet. *Things* di sini dapat berupa tags, sensor, manusia, dan lain-lain. IoT berfungsi mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik, data-data ini kemudian akan diproses agar dapat dipahami maknanya.

Teknologi dalam IoT dibagi menjadi beberapa arsitektur layer. Layer pertama yaitu layer *Perception*, layer ini berfungsi membaca dan mengumpulkan informasi dari lingkungan fisik (*environment*). Kemudian, data akan dikirim ke layer *network*, yang pada akhirnya data akan digunakan di dalam layer aplikasi. *Perception layer* bertanggung jawab untuk mengonversi data menjadi sinyal yang dikirim melalui jaringan agar dapat dibaca oleh layer aplikasi. Ketika informasi telah didapatkan, maka layer *network* akan bertanggung jawab untuk pengiriman data dari satu *host* ke *host* yang lain.

Ada berbagai macam teknik yang digunakan seperti zigbee, wifi, WPAN, dan sebagainya. Adapun layer aplikasi berfungsi untuk memproses informasi yang telah didapatkan untuk digunakan sesuai kebutuhannya. Berbagai macam penggunaan IoT di dunia industri disajikan pada Gambar 4.2.

Internet of Things Uses By Industry



Gambar 4.2 Teknologi *Internet of Things* (IoT)

B. *Cloud Computing*

Menurut Peter Mell dan Timothy Grance (2012: 2) definisi *Cloud Computing* adalah sebuah model yang memungkinkan untuk *ubiquitous* (dimanapun dan kapanpun), Nyaman, *On-demand* akses jaringan ke sumber daya komputasi (contoh: jaringan, *server*, *storage*, aplikasi, dan layanan) yang dapat dengan cepat dirilis atau ditambahkan. *Cloud Computing* sebagai suatu layanan teknologi informasi yang dapat dimanfaatkan oleh pengguna dengan berbasis jaringan/internet. Di mana suatu sumber daya, perangkat lunak, informasi dan aplikasi disediakan untuk digunakan oleh komputer lain yang membutuhkan. *Cloud computing* mempunyai dua kata “*Cloud*” dan “*Computing*”. *Cloud* yang berarti internet itu sendiri dan *computing* adalah proses komputasi.

Konsep *cloud computing* biasanya dianggap sebagai internet. Karena internet sendiri digambarkan sebagai awan (*Cloud*) besar (biasanya dalam skema jaringan, internet dilambangkan sebagai awan) yang berisi sekumpulan komputer yang saling terhubung. *Cloud computing* datang sebagai sebuah evolusi yang mengacu pada konvergensi teknologi dan aplikasi lebih dinamis. Di mana terdapat perubahan besar memiliki implikasi yang menyentuh hampir setiap aspek komputasi. Untuk *end user*, komputasi awan menyediakan sarana untuk meningkatkan layanan baru atau mengalokasikan sumber daya komputasi lebih cepat, berdasarkan kebutuhan bisnis.

Terdapat empat model pengembangan *cloud*, yaitu sebagai berikut.

1. *Public Cloud*

Jenis *Cloud* ini diperuntukkan untuk umum oleh penyedia layanannya.

2. *Private Cloud*

Merupakan infrastruktur layanan *Cloud*, yang dioperasikan hanya untuk sebuah organisasi tertentu. Infrastruktur *Cloud* itu bisa saja dikelola oleh sebuah organisasi itu atau oleh pihak ketiga.

Lokasinya pun bisa *on-site* ataupun *off-site*. Biasanya organisasi dengan skala besar saja yang mampu memiliki/mengelola *private Cloud* ini.

3. *Community Cloud*

Dalam model ini, sebuah infrastruktur *Cloud* digunakan bersama-sama oleh beberapa organisasi yang memiliki kesamaan kepentingan, misalnya dari sisi misinya, atau tingkat keamanan yang dibutuhkan, dan lainnya.

4. *Hybrid Cloud*

Salah satu jenis *cloud* yang menggabungkan baik *public* dan *private*. Untuk jenis ini, infrastruktur *Cloud* yang tersedia merupakan komposisi dari dua atau lebih infrastruktur *Cloud* (*private, community, atau public*). Misalnya, mekanisme *load balancing* antar-*Cloud*, sehingga alokasi sumber daya bisa dipertahankan pada level yang optimal.



Bab V

Pengembangan Model *Social Manufacturing* Untuk Personalisasi Produk (Studi Kasus Produksi Alat Kesehatan)

A. Gambaran Umum

Objek penelitian ini adalah sistem produksi alat kesehatan berupa Bilik Disinfektan Covid-19 (*Disinfection Chamber*) berbasis *social manufacturing*. Data penelitian ini adalah semua data pada proses produksi alat kesehatan berupa Bilik Disinfektan Covid-19 (*Disinfection Chamber*) berbasis *social manufacturing*. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah kualitas produk (Q_1), biaya produksi (C), waktu produksi (t), dan kuantitas hasil produksi (Q_N) dari sistem produksi berbasis *social manufacturing*.

Adapun peralatan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Komputer/laptop dengan spesifikasi untuk pemrosesan data dan programing: Prosesor Intel core-i7 7th Gen, RAM 8 GB, Hardisk 1 TB, Type C USB 3.1 Gen 1, VGA NVidia Geforce.
2. Software Microsoft Visio, untuk perancangan sistem.
3. Software PHP dan database MySQL, untuk pengembangan sistem *monitoring*.
4. Komponen perangkat keras untuk pembuatan Bilik Disinfektan Covid-19 (*Disinfection Chamber*).

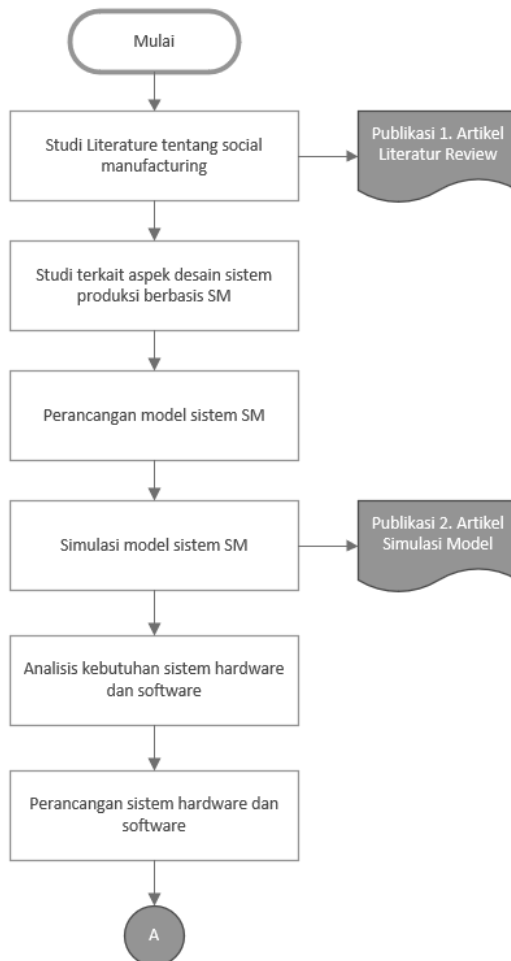
B. Tahapan-Tahapan

Tahapan penelitian dibagi ke dalam tiga periode pada Tabel 5.1, yang kemudian dirinci dalam diagram alir Gambar 5.1, 5.2, dan 5.3.

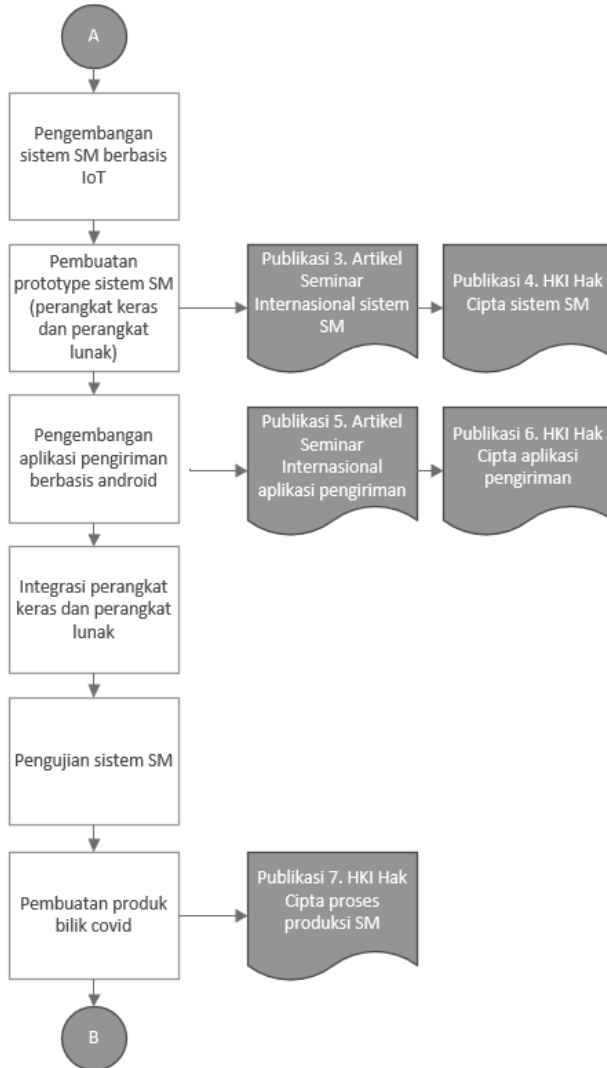
Tabel 5.1 Periode Tahapan Penelitian

Waktu	Kegiatan	Hasil	Luaran
Periode I (2019 – 2020)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Studi literatur terkait sistem <i>social manufacturing</i> (SM) 2. Studi terkait aspek-aspek desain sistem produksi berbasis SM 3. Perancangan model sistem 4. Analisis kebutuhan sistem (perangkat keras dan lunak) 5. Simulasi model yang telah dirancang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen <i>literature review</i> SM 2. Data untuk pengembangan sistem produksi berbasis SM 3. Rancangan model SM 4. Analisis hasil perancangan dan simulasi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Artikel studi awal SM (Seminar Internasional) 2. Artikel <i>Systematic Literature Review</i> tentang SM (<i>Journal</i>) 3. Artikel Model konseptual dan simulasi studi (<i>Journal MSPE</i>)
Periode II (2020 – 2021)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan sistem SM berbasis IoT (perangkat keras dan lunak) 2. Pembuatan <i>prototype</i> sistem SM 3. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak sistem 4. Pengembangan aplikasi pengiriman berbasis android 5. Pengujian sistem SM 6. Pembuatan produk bilik Covid 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem SM berbasis IoT 2. Aplikasi pengiriman berbasis android 3. Produk bilik covid 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Artikel pengembangan alat kesehatan berbasis SM (Seminar Internasional); 2. Artikel pengembangan aplikasi pengiriman (Seminar Internasional) 3. Hak Cipta Sistem <i>Monitoring</i> SM 4. Hak Cipta Pengembangan Aplikasi Pengiriman 5. Hak Cipta Proses produksi berbasis SM

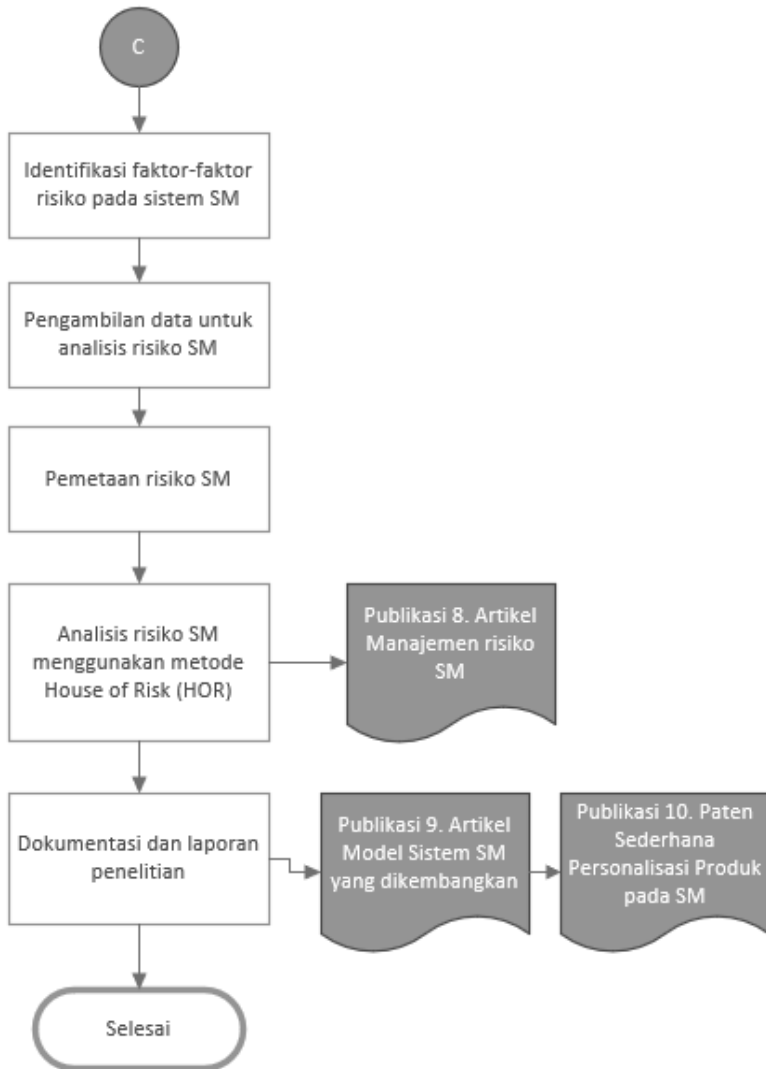
Waktu	Kegiatan	Hasil	Luaran
Periode III (2021 - 2022)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi faktor-faktor risiko pada sistem SM 2. Pengambilan data melalui wawancara dengan SMR yang terlibat 3. Pemetaan risiko pada SM 4. Analisis Risiko SM 5. Dokumentasi dan laporan penelitian 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peta risiko pada sistem SM 2. Penanganan risiko melalui mitigasi risiko 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Artikel manajemen risiko pada SM Paten Sederhana 1. Paten Sederhana -Metode Personalisasi Produk pada Manufaktur Sosial



Gambar 5.1 *Flowchart* Periode 1



Gambar 5.2 *Flowchart* Periode II



Gambar 5.3 Flowchart Periode III

C. Metode Pengukuran Kualitas Produk

Kualitas produk merupakan kualitas meliputi usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan yang mencakup produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan. Menurut David Garvin, untuk menentukan dimensi kualitas produk, dapat dilakukan melalui delapan dimensi sebagai berikut.

1. *Performance* (Kinerja), hal ini berkaitan dengan aspek fungsional suatu barang dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan dalam membeli barang tersebut.
2. *Features* (Fitur), yaitu performansi yang berguna untuk menambah fungsi dasar yang berkaitan dengan pilihan-pilihan produk dan pengembangannya.
3. *Reliability* (Kehandalan), hal yang berkaitan dengan probabilitas atau kemungkinan suatu barang berhasil menjalankan suatu fungsinya setiap kali dalam periode waktu tertentu dan dalam kondisi tertentu pula.
4. *Conformance* (Kesesuaian), hal yang berkaitan dengan tingkat kesesuaian terhadap spesifikasi yang telah diterapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
5. *Durability* (Daya Tahan), yaitu suatu refleksi umur ekonomis berupa ukuran daya tahan atau masa pakai barang.
6. *Serviceability* (Kemampuan Pelayanan), yaitu karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, kompetensi, kemudahan, dan akurasi dalam memberikan layanan dalam perbaikan barang.
7. *Aesthetics* (Estetika), menyangkut penampilan produk yang dapat dinilai dengan panca indera seperti mata yang bias melihat kualitas barang tersebut.

Perceived Quality (citra atau reputasi), konsumen tidak selalu memiliki informasi yang lengkap mengenai atribut-atribut produk. Namun demikian, biasanya konsumen memiliki informasi tentang produk secara tidak langsung.

D. Metode Pengelolaan Risiko

Risiko merupakan suatu kejadian yang mungkin dapat dialami yang tidak dapat diduga. Begitu juga pada pengembangan sistem, sangat mungkin terjadi risiko-risiko yang tidak diinginkan, yang

akan mengganggu jalannya sistem tersebut. Pada sistem SM ini, dilakukan pengelolaan risiko untuk mengantisipasi kejadian yang tidak diharapkan dan merencanakan proses mitigasi risiko yang timbul. Analisis risiko ini menggunakan metode *House of Risk* (HOR), yang merupakan metode terbaru dalam menganalisis risiko.

Selanjutnya, aplikasi menggunakan prinsip *Failure Mode and Error Analysis* (FMEA) untuk mengukur risiko secara kuantitatif dikombinasikan dengan model *House of Quality* (HOQ) untuk memprioritaskan agen risiko mana yang harus diprioritaskan terlebih dahulu kemudian memilih cara yang paling efektif untuk mengurangi potensi risiko yang ditimbulkan oleh agen risiko. Model HOR mendasari manajemen risiko dengan berfokus pada pencegahan, yaitu mengurangi kemungkinan terjadinya agen risiko.

Kemudian tahap paling awal adalah dengan mengidentifikasi kejadian risiko dan agen risiko. Biasanya, satu agen dapat menyebabkan lebih dari satu kejadian risiko. Mengadaptasi dari metode FMEA, penilaian risiko yang diterapkan adalah *Risk Priority Number* (RPN), terdiri dari 3 faktor yaitu probabilitas kejadian, keparahan dampak yang muncul, dan deteksi. Metode HOR hanya menetapkan probabilitas untuk agen risiko dan tingkat keparahan peristiwa risiko. Karena kemungkinan satu agen risiko menyebabkan lebih dari satu peristiwa risiko, jumlah potensi risiko agregat dari agen risiko diperlukan.

Penyesuaian model *House of Quality* (HOQ) untuk menentukan agen risiko harus diprioritaskan sebagai tindakan pencegahan. Peringkat A diberikan untuk setiap agen risiko berdasarkan nilai ARP_j untuk setiap j agen risiko. Oleh karena itu, jika terdapat banyak agen risiko, perusahaan dapat memilih agen pertama yang berpotensi signifikan untuk menimbulkan peristiwa risiko. Model dengan dua *spread* ini disebut *House of Risk* (HOR), yang memodifikasi model HOQ (Pujawan dan Geraldin, 2009). HOR 1 digunakan untuk menentukan

tingkat prioritas agen risiko yang harus diberikan sebagai tindakan pencegahan, dan HOR 2 merupakan prioritas dalam mengambil tindakan yang dianggap memadai.

E. Studi Kasus

Studi kasus dilakukan untuk memberikan gambaran secara nyata berdasar teori yang sudah dikemukakan, dalam buku ini yaitu teori tentang *social manufacturing*. Industri manufaktur merupakan salah satu penyumbang terbesar produk domestik bruto (PDB) Indonesia pada 2019. Kontribusi sektor industri manufaktur terhadap PDB tahun lalu tercatat sebesar 19,62%.

Pandemi Covid-19 menyebabkan penurunan kinerja pada sektor ini yang dipastikan berdampak signifikan terhadap kinerja ekonomi Indonesia secara keseluruhan. Data terakhir Badan Pusat Statistik (BPS), selama Februari 2020 nilai impor semua golongan barang menurun dibanding Januari. Rinciannya, impor barang konsumsi merosot 39,91% menjadi US\$ 881,7 juta. Kemudian, impor bahan baku/penolong turun 15,89% menjadi US\$ 8,89 miliar, dan barang modal turun 18,03% menjadi US\$ 1,83 miliar. Penurunan impor bahan baku dan barang modal menandakan kegiatan produksi di dalam negeri tengah lesu. Perubahan pasokan di China sudah berpengaruh pada kelancaran impor ke Indonesia sehingga memvalidasi kondisi *shortage of supply* (kekurangan pasokan) di Indonesia.

Dalam rangka menekan penyebaran Covid-19, pemerintah memberlakukan berbagai pembatasan, di antaranya melalui imbauan *social distancing* dan *Work from Home* (WFH). Selain itu, beberapa wilayah juga menerapkan pembatasan sosial berskala besar (PSBB). Pembatasan-pembatasan tersebut secara tidak langsung berimbas pada kelangsungan dunia usaha. Banyak perusahaan yang harus memberlakukan PHK untuk karyawannya karena laba merosot. Hal ini menjadikan banyak orang kehilangan pekerjaan sehingga membuat

daya beli turun. Selain itu, penerapan PSBB juga menghambat alur distribusi sehingga menurunkan kemampuan produksi. Industri yang biasa mendapatkan bahan baku dari luar negeri pun kesulitan karena beberapa negara asal impor menutup aksesnya, ditambah kurs dollar yang semakin melambung.

Pada periode pandemi Covid-19 seperti saat ini, banyak industri manufaktur yang terdampak, tidak terkecuali industri kesehatan. Kebutuhan akan alat kesehatan pada masa pandemi ini sangat tinggi, sehingga menyebabkan kelangkaan barang di pasaran, dan harga jual yang tinggi, karena sebagian besar alat kesehatan harus impor. Salah satu alat kesehatan yang dibutuhkan saat pandemi adalah bilik sanitasi Covid-19. Pada era pandemi ini, kebutuhan alat kesehatan berupa bilik sanitasi sangat diperlukan sebagai salah satu upaya untuk mencegah penularan Covid-19. Selain itu, karena kebutuhan meningkat, maka produksi dapat dilakukan secara cepat dan didistribusikan ke berbagai fasilitas layanan publik. Bilik sanitasi yang ada di pasaran mempunyai berbagai macam bentuk dan juga kelengkapan fitur yang berbeda-beda. Berdasar latar belakang tersebut, maka studi kasus pada buku ini mengambil sistem produksi alat kesehatan yang berupa Bilik Disinfektan Covid-19 (*Disinfection Chamber*) berbasis *social manufacturing*.

F. Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem pada buku ini dilakukan dengan membuat rancangan model *social manufacturing* dan melakukan pengujian menggunakan *software*. Dalam hal ini digunakan Pro Model, kemudian membuat model matematis serta merancang *prototype* sistem, baik *hardware* dan *software*, dan melakukan pengujian pada *prototype* tersebut.

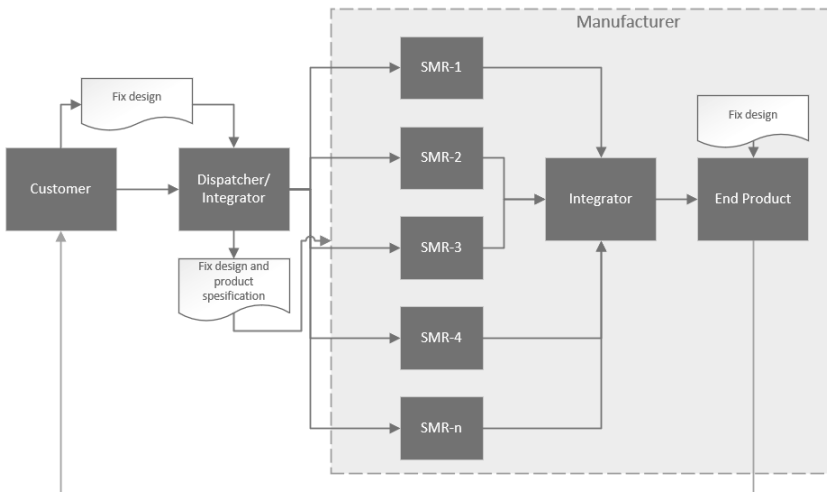


Bab VI

Pengembangan Model *Social Manufacturing I*

A. Model Sistem *Social Manufacturing* yang Dikembangkan

Social Manufacturing (SM) merupakan sebuah sistem manufaktur yang dibangun dengan membentuk komunitas sosial berdasar pada sumber daya bersama, yang dapat melibatkan usaha individu, UMKM, pabrik pintar, gudang penyimpanan dan sebagainya, untuk menghasilkan sebuah produk sesuai dengan yang diinginkan pelanggan. Model sistem *social manufacturing* yang dikembangkan disajikan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Model SM yang dikembangkan

Pada sistem SM ini, terdiri dari:

1. **Customer**, yaitu pelanggan yang mengirimkan order produk, dan pelanggan sudah memiliki desain produk sendiri.
2. **Dispatcher**, yaitu pihak yang menerima order pelanggan sesuai dengan desain yang dikirimkan, atau jika pelanggan belum mempunyai desain produk, maka *Dispatcher* akan membuat rancangan desain produk.
3. **Integrator**, yaitu pihak yang melakukan integrasi semua *part* yang dihasilkan dari masing-masing SMR. Dalam hal ini, lokasi integrator menjadi satu dengan *Dispatcher*.
4. **Socialized Manufacturing Resources (SMR)**, yaitu usaha/ industri yang dilibatkan dalam pembuatan produk yang dipesan pelanggan, sesuai dengan desain dan spesifikasi produk yang dikirimkan oleh *Dispatcher*. Misalnya, SMR 1 membuat *part A*, SMR 2 membuat *part B*, SMR 3 membuat *part C*, dan seterusnya.
5. **End product**, yaitu produk akhir yang sudah diintegrasikan dan sudah jadi sesuai dengan permintaan pelanggan, sehingga siap untuk dikirimkan ke pelanggan.

Keseluruhan bagian produksi dari masing-masing SMR dan integrator disebut dengan **Manufacturer**. Bagian-bagian tersebut merupakan bagian yang sama dengan bagian produksi yang berada di dalam satu industri manufaktur (pabrik), hanya saja, pada SM bagian tersebut diperluas dan berada di lokasi lain.

Ketentuan untuk menjadi *Dispatcher* pada model SM ini antara lain sebagai berikut.

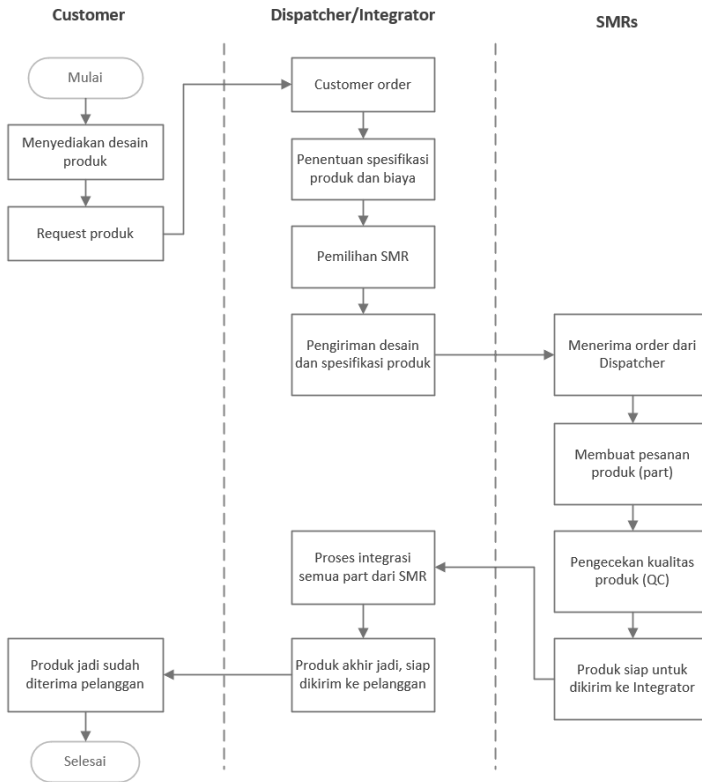
- Memiliki tenaga kerja di bidang desain produk, *quality control*, integrasi *part* produk serta memiliki relasi yang luas dari berbagai usaha/ industri.
- Dapat melakukan pengembangan sistem *monitoring* berbasis web yang dapat diakses secara *real-time*, karena untuk

memudahkan pemantauan semua SMR yang terlibat menjadi satu komunitas produksi.

- Memiliki modal yang cukup besar untuk membiayai proses produksi, karena kerja sama dengan masing-masing SMR bersifat *trust* (kepercayaan), jadi harus siap untuk menyediakan biaya produksi di awal, dan akan diganti jika pelanggan sudah membayar.

Setiap SMR membuat komponen yang membentuk produk, sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh *manufacturer*. Setelah masing-masing komponen siap, selanjutnya dikirim ke integrator untuk proses instalasi dan perakitan (integrator).

Dalam perancangan sistem SM ini terdapat dua proses produksi yaitu proses produksi *part* di SMR dan proses produksi produk akhir di Integrator. Setiap SMR yang terlibat sudah memiliki pemasok untuk bahan pembuatan *part* sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk pembuatan komponen produk. Setelah masing-masing *part* dari SMR selesai dikerjakan, selanjutnya dikirim ke Integrator untuk proses perakitan menjadi produk akhir. Setelah produk jadi, akan dikirimkan ke pelanggan melalui ekspedisi pengiriman, menyesuaikan lokasi pelanggan. Alur logika SM disajikan pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Alur logika SM

Pada sistem SM ini melibatkan *customer*, *dispatcher*, SMR dan integrator. Pada model SM, penanggung jawab untuk keseluruhan sistem produksi berada pada *dispatcher*, mulai dari menerima pesanan dari pelanggan, pemilihan mitra SMR yang sesuai, pengiriman desain dan spesifikasi produk maupun peralatan ke SMR, melakukan integrasi semua *part* dari SMR, sampai dengan pengiriman produk jadi ke pelanggan.

B. Pemodelan Sistem secara Matematis

Pemodelan matematis ini dibuat untuk membantu menyelesaikan permasalahan pada sistem *social manufacturing*, terutama untuk menentukan perbandingan biaya produksi pada sistem *social*

manufacturing dan *non-social manufacturing*, disajikan pada Persamaan 6.1, 6.2, 6.3, dan 6.4.

$$Y = \frac{1}{n} (TMC + TPC) + a.IRC + R \dots\dots\dots (6.1)$$

Dimana

$$a = \begin{cases} 1, & SM \\ 0, & NSM \end{cases}$$

SM : *Social Manufacturing System*

NSM : *Non-Social Manufacturing System*

TMC : *Total Material Cost* (Biaya material dalam satu produksi)

TPC : *Total Production Cost* (Biaya dalam satu produksi)

IRC : *Transportation Cost to Integrator*

R : *Return* (Keuntungan)

n : Jumlah pesanan produk

$$TMC = \sum_{i=1}^s MCi \quad ; s = \text{Jumlah SMR} \dots\dots\dots (6.2)$$

$$TPC = t.\sum_{j=1}^p PCj \quad ; t = \text{waktu} \dots\dots\dots(6.3)$$

p = jenis biaya produksi

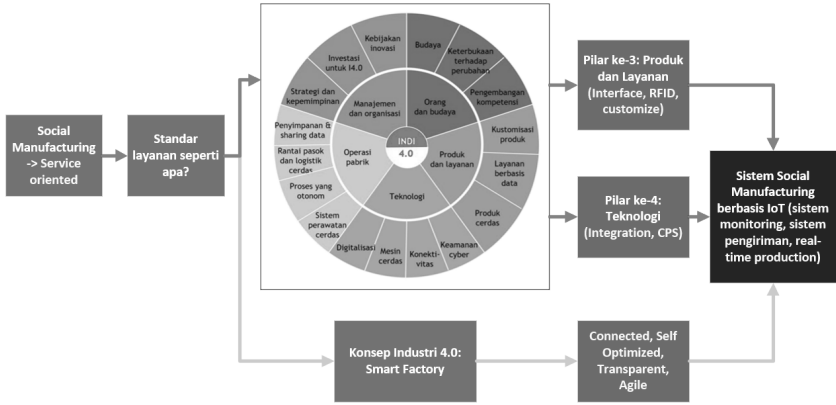
$$IRC = a.IRC (\text{Biaya ekspedisi ke integrator sesuai lokasi/jarak}) \dots\dots\dots (6.4)$$

C. Model Pengembangan *Prototype* SM berbasis IoT

Dasar pengembangan sistem SM berbasis IoT, yang terdiri dari *interface*, RFID, *Cyber-Physical System* (CPS), serta koneksi dengan internet, disajikan pada Gambar 6.3 berikut. Pengembangan sistem ini mengikuti ketentuan dari Standar INDI 4.0, yang meliputi pilar ke-3 tentang Produk dan Layanan, pilar ke-4 tentang Teknologi,

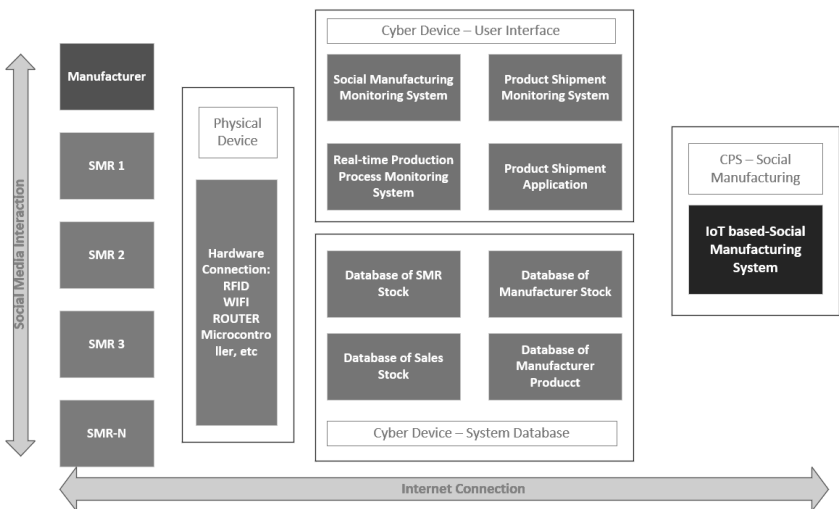
dan salah satu konsep Industri 4.0 tentang *Smart Factory*, sehingga menghasilkan sistem SM berbasis IoT.

Dasar pengembangan Social Manufacturing berbasis IoT



Gambar 6.3 Dasar pengembangan sistem SM

Framework pengembangan SM untuk personalisasi produk, yang terdiri dari *Cyber-Physical System* (CPS) dan koneksi dengan SMR serta internet disajikan pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4 *Framework* pengembangan SM

Metode personalisasi produk pada SM yang terdiri dari tahapan-tahapan berikut:

1. Menerima permintaan pelanggan melalui media sosial dengan cara mengirimkan file gambar rancangan produk yang diinginkan, jika dari pelanggan belum memiliki desain secara detail, maka pihak penerima order akan membuat perancangan produk untuk dikirimkan ke proses pembuatan produk, dengan kesepakatan atau persetujuan dengan pelanggan.
2. Melakukan analisis kebutuhan sistem untuk proses produksi produk yang sesuai dengan permintaan pelanggan, dengan cara identifikasi produk yang diinginkan yaitu melalui gambar atau desain produk yang dikehendaki pelanggan lengkap dengan dimensi dan ukuran produk, serta spesifikasi produk, kebutuhan perangkat keras atau peralatan produksi untuk pembuatan produk.
3. Melakukan pencarian SMR dari data base yang berisikan data usaha industri (mikro, kecil, menengah, besar) maupun usaha perorangan, pabrik pintar, gudang penyimpanan dan sebagainya dengan cara melakukan penyebaran informasi kepada SMR yang sudah bermitra, dengan tujuan SMR yang akan dipilih nanti dapat memproduksi produk yang diminta oleh pelanggan.
4. Melakukan penetapan SDM yang sesuai untuk proses produksi dengan kontrak atau perjanjian untuk proses produksi bersama yang berbentuk dokumen surat kontrak, atau untuk kondisi tertentu dapat juga hanya melalui kesepakatan proses produksi saja tanpa ada dokumen surat kontrak, misalnya jika pesanan produk pelanggan jumlahnya hanya sedikit dan biaya produksinya rendah.
5. Mengirimkan file gambar rancangan produk pelanggan ke SMR melalui Sistem *Monitoring* Manufaktur Sosial (SMMS)

berbasis web, untuk mempermudah proses komunikasi antara SMR dengan manufaktur melalui jaringan internet, sehingga gambar rancangan produk dapat segera diakses secara *real-time*. Selain itu, SMR tidak memerlukan komputer dengan spesifikasi tinggi untuk dapat mengakses SMMS ini, karena admin dan database berada pada sisi manufaktur.

6. Melakukan proses produksi oleh SMR yang dicirikan dengan pemasangan RFID pada produk yang telah selesai, yang bertujuan untuk memudahkan pembacaan data pada proses produksi, yang akan dikirimkan ke SMMS, sehingga pihak manufaktur dapat memantau jumlah produk yang dihasilkan pada masing-masing SMR.
7. Mengirimkan produk yang dihasilkan pada tahap (f) melalui kurir, yang sudah menginstal aplikasi pengiriman yang berbasis *Global Positioning System* (GPS) yang sudah terintegrasi dengan SMMS, sehingga pihak manufaktur maupun SMR dapat memantau perjalanan kurir dalam mengirimkan produk ke manufaktur melalui peta yang ada pada SMMS.
8. Melakukan pembacaan tag RFID yang terpasang pada produk yang dikirim pada tahap (g) untuk identifikasi, lalu mengganti RFID dengan tag RFID yang baru, dan selanjutnya produk akan dibawa ke bagian integrator.
9. Menggabungkan atau merakit bagian-bagian produk (*part*) yang dibuat oleh masing-masing SMR oleh integrator, untuk membentuk produk sesuai permintaan pelanggan.
10. Mengecek kualitas dari produk yang sudah digabungkan dan memberi tag RFID baru.
11. Melakukan pengepakan produk, dan selanjutnya akan dikirimkan ke pelanggan.

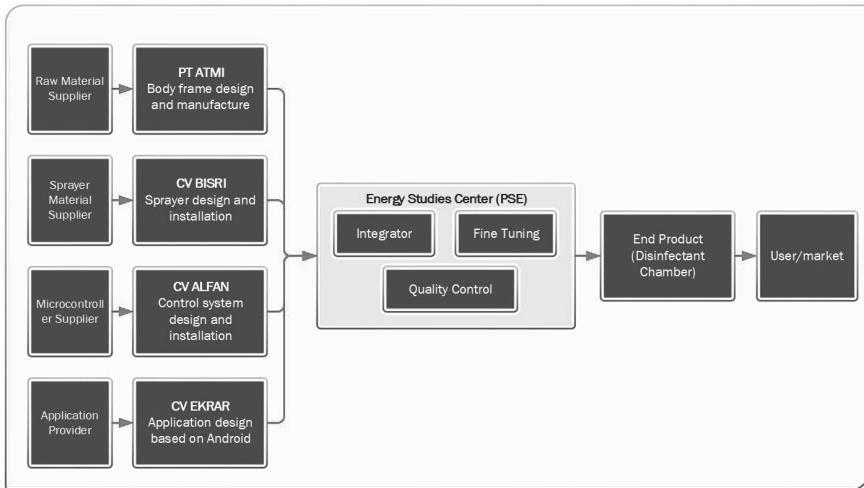
Metode personalisasi produk pada manufaktur sosial seperti di mana proses penetapan SMR pada tahap (d) dapat dilakukan lebih dari satu SMR tergantung kompleksitas produk yang akan dibuat.

D. Studi Kasus: Produksi Alat Kesehatan

Perancangan sistem SM dalam penelitian ini melibatkan empat SMR untuk membuat suatu produk. Setiap SMR membuat komponen yang membentuk produk, sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh *manufacturer*. Setelah masing-masing komponen siap, selanjutnya dikirim ke integrator untuk proses instalasi dan perakitan. Penelitian dilakukan untuk mengembangkan sistem produksi terintegrasi berbasis *social manufacturing* (SM), dengan studi kasus pada produksi alat kesehatan. Alat kesehatan yang dijadikan sampel adalah bilik sanitasi covid-19, karena di awal masa pandemi, alat ini banyak sekali dibutuhkan oleh masyarakat, terutama untuk gedung-gedung yang dapat diakses oleh publik.

Pada perancangan bilik sanitasi berbasis SM ini, melibatkan beberapa industri kecil, usaha perorangan dan industri menengah. Bilik sanitasi yang dibuat ini berbeda dengan produk yang sudah beredar dan digunakan di tempat umum, yang biasanya hanya diatur untuk penyemprotan disinfektan dan pengukuran suhu badan. Pada bilik sanitasi ini, selain untuk mengukur suhu badan dan penyemprotan disinfektan, juga dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis android. Hasil pengukuran dari bilik sanitasi tersebut juga bisa diakses secara jarak jauh dan *real-time* menggunakan aplikasi berbasis android.

Pada model pengembangan SM awal ini, ada 3 (tiga) industri kecil yang dilibatkan, yaitu CV Bisri (Instalasi *Sprayer*), CV Alfan (Instalasi *Controller*) dan CV Ekrar (Aplikasi sistem *monitoring* berbasis Android), serta satu industri menengah yaitu PT ATMI (Produksi *body frame* bilik sanitasi). Model pengembangan awal disajikan pada Gambar 6.5.



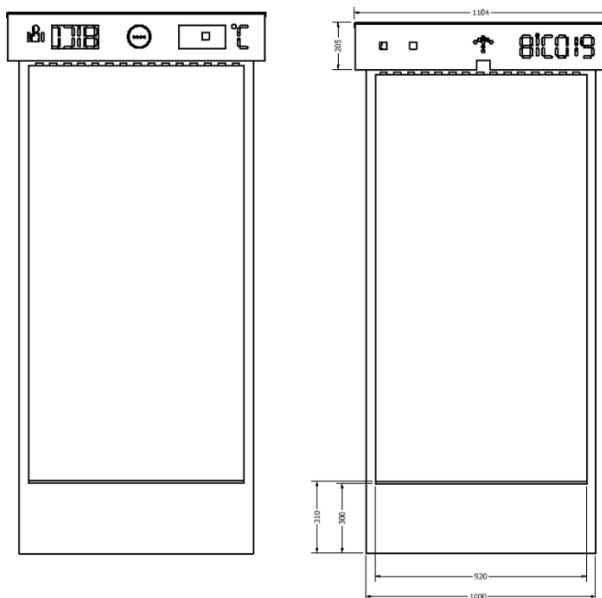
Gambar 6.5 Model Pengembangan SM Awal

Pada pengembangan awal bilik sanitasi, hanya pengukuran dari bilik sanitasi saja yang dapat dipantau dari aplikasi android, sedangkan proses pengiriman dan jumlah stok pada masing-masing IKM belum dapat dimonitor.

PT ATMI membuat rangka bodi untuk bilik sanitasi yang menggunakan bahan *stainless steel*, kemudian mengirimkannya ke PSE (*manufacturer*) untuk disusun dan dipasang komponennya. Selanjutnya, CV Bisri merancang dan memasang *sprayer* di ruang sanitasi. CV Alfan merancang dan memasang pengontrol menggunakan mikrokontroler Arduino, yang berfungsi untuk menghubungkan sensor suhu, tampilan suhu dan menampilkan jumlah pengguna. Kemudian CV Ekrar merancang sebuah aplikasi *monitoring* berbasis android, sehingga data di bilik sanitasi dapat diakses melalui android dan dapat diakses di mana saja. Setelah semua komponen terpasang di ruang sanitasi, selanjutnya dilakukan *fine tuning* untuk memeriksa dan memastikan semua komponen berjalan dengan baik. Jika masih ada kesalahan, maka segera perbaiki.

E. Produk Bilik Sanitasi Covid-19 (BICO-19)

Pada Gambar 6.6 ditampilkan tampilan rancangan produk Bilik Sanitasi yang memiliki dimensi 1m x 1m x 2,5m. Cara kerja bilik sanitasi ini adalah terlebih dahulu, sebelum memasuki bilik, pengguna akan mengukur suhu tubuhnya, kemudian suhu tubuh akan muncul di layar. Suhu tubuh normal yang sudah diatur adalah 38 derajat Celcius, jika suhu lebih dari itu tidak diperbolehkan masuk ke dalam ruangan. Jadi, jika suhu tubuh menunjukkan suhu di bawah 38, maka akan muncul notifikasi, tanda bahwa pengguna bisa masuk ke dalam *chamber*. Setelah memasuki bilik, pengguna akan disemprot menggunakan *sprayer* di setiap sudut bilik, yang akan bekerja secara otomatis saat pengguna masuk, dalam waktu 5 detik. Setelah proses itu, pengguna dapat keluar dari bilik. Ada 3 data yang ditampilkan, yaitu di sisi kiri akan muncul gambar orang berwarna hijau, di tengahnya akan muncul pengukuran suhu tubuh dan jumlah ruangan pengguna akan muncul, dan di sisi kiri akan ada ukuran derajat Celcius.



Gambar 6.6 Rancangan produk bilik covid-19

Selanjutnya, produk yang sudah dibuat disajikan pada Gambar 6.7 berikut.



Gambar 6.7 Produk Bilik Sanitasi

Pada pengembangan awal bilik covid ini, dilengkapi dengan sistem *monitoring* berbasis IoT. Sistem *monitoring* yang dibuat khusus untuk memantau hasil pembacaan suhu yang terekam pada bilik covid secara *online* melalui android. Kemudian sistem *monitoring* dikembangkan lagi untuk memantau proses produksi berbasis *social manufacturing*, yang dapat dimonitor secara *online* dan *real-time*.

Pengembangan *Prototype* Sistem

Pada pengembangan *prototype* sistem *social manufacturing*, diperlukan perancangan dan instalasi perangkat keras sesuai dengan analisis kebutuhan sistem. Spesifikasi perangkat keras yang digunakan, disajikan pada Tabel 6.1 dan 6.2 berikut.

Tabel 6.1 Spesifikasi Perangkat Keras

No	Nama perangkat	Jumlah
1	NodeMCU ESP8266	7
2	Board Expansion	7
3	PN532 NFC	7
4	RFID Card 13.56 MHz	54
5	Kabel Gland	7
6	LCD 16x2 + I2C	7
7	Adaptor 5V 2A	2
8	Jumper F-F	2
9	Buzzer SFM DC 3 - 24 V	7
10	USB F-M 1.5 meter	1
11	USB M-M	1
12	USB OTG-Male	7
13	Casing	7

Tabel 6.2 Kebutuhan perangkat lunak

No.	Jenis Perangkat Lunak
1	Sistem Database (MySQL)
2	Sistem Web Server
3	Aplikasi Android untuk Courier
4	Hosting
5	Domain (Alamat Sistem)

Instalasi Sistem

Perancangan *prototype* sistem membutuhkan 4 (empat) data SMR, satu *manufacturer*, satu integrator dan satu *warehouse*, sehingga memerlukan total 7 (tujuh) set perangkat keras yang sudah dirangkai dengan RFID *reader*. Gambar 6.8 menunjukkan rangkaian tujuh set perangkat keras. Masing-masing set dilengkapi dengan LCD, yang berfungsi untuk menampilkan notifikasi konektivitas perangkat dengan jaringan internet melalui Wifi, serta pembaca RFID pada bagian luar perangkat sisi atas.



Gambar 6.8 Rangkaian perangkat keras sistem

Pada Gambar 6.8 ditampilkan kartu RFID yang digunakan untuk pembacaan data pada setiap material yang digunakan dalam proses produksi. Data yang dibaca dari RFID kemudian akan ditampilkan pada *interface* sistem *monitoring* berbasis web, yang disajikan pada Gambar 6.9.



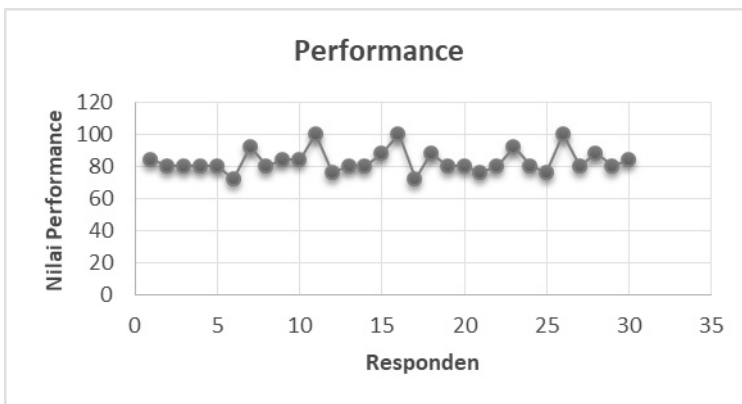
Gambar 6.9 Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak

Untuk melakukan pemantauan proses produksi, dapat dilihat pada sistem monitoring yang dirancang untuk admin pada manufaktur dan masing-masing SMR. Selain proses produksi, proses pengiriman

produk dari SMR ke manufactur juga dapat dipantau secara *online* melalui sistem monitoring *social manufacturing* (SMMS) berbasis web. Pada sisi admin akan ditampilkan Google Map yang menunjukkan pergerakan pengiriman *part* produk yang dibawa oleh kurir, sehingga mudah untuk dilacak lokasi pengirimannya.

F. Pengukuran Kualitas Produk

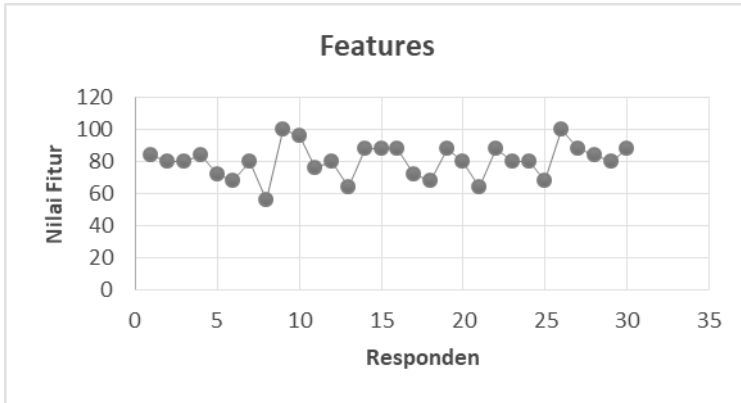
Pengukuran kualitas produk bilik sanitasi menggunakan prinsip Garvin yang terdiri dari 8 dimensi yaitu: *Performance*, *Features*, *Reliability*, *Conformance*, *Durability*, *Serviceability*, *Aesthetics*, dan *Perceived Quality*. Pengukuran dilakukan melalui uji bilik sanitasi langsung oleh 30 responden, serta pengisian kuesioner terkait kualitas produk. Pada penelitian ini performansi produk diukur dengan pengukuran suhu menggunakan sensor suhu, sensor suhu bekerja dengan baik, pembacaan suhu yang akurat, akses yang mudah ke *chamber*, dan *sprayer* bekerja dengan baik. Hasil pengujian performansi produk disajikan pada Gambar 6.10. Nilai performansi produk minimal 72,00, nilai maksimal 100,00, dan rata-rata performansi 83,20.



Gambar 6.10 Performansi produk

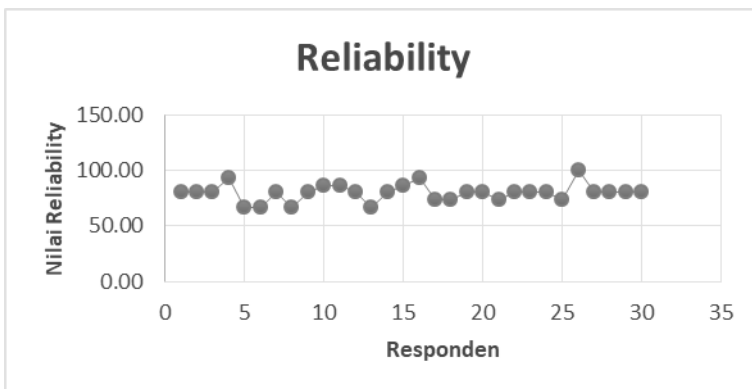
Fitur produk diukur dengan tampilan suhu, tampilan jumlah pengguna, sistem pemantauan berbasis android, data dapat diakses

di mana saja, penyemprot ada di setiap sudut. Hasil pengujian fitur produk disajikan pada Gambar 6.11. Nilai minimal fitur produk adalah 56,00, nilai maksimal 100,00, dan rata-rata 80,40.



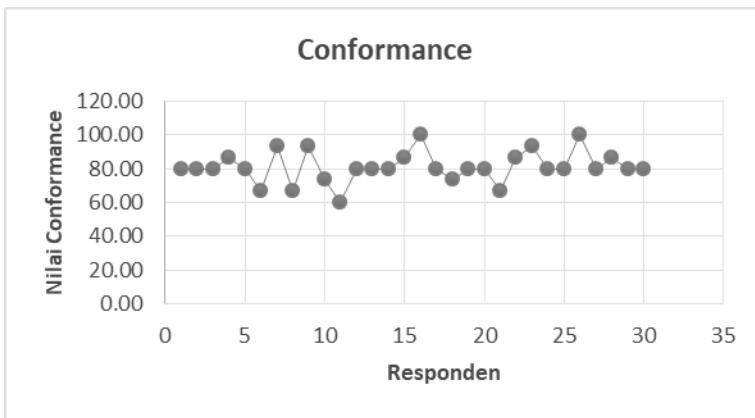
Gambar 6.11 Fitur produk

Keandalan produk diukur dengan sensor suhu yang dipengaruhi oleh kondisi suhu sekitar, suhu tubuh terbaca secara *real time*, penyemprot di semua titik bekerja dengan baik. Hasil uji reliabilitas produk disajikan pada Gambar 6.12. Nilai reliabilitas produk minimum 66,67, nilai maksimum 100,00, dan rata-rata 79,56.



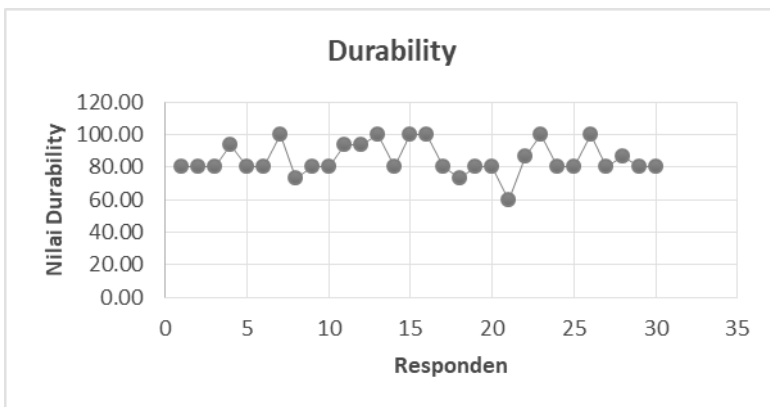
Gambar 6.12 Reliabilitas produk

Kesesuaian produk diukur dari ruangan berfungsi dengan baik di segala cuaca, mudah digunakan, ada aplikasi pengukuran suhu pengguna. Hasil uji kesesuaian produk disajikan pada Gambar 6.13. Nilai kesesuaian produk minimal 60,00, nilai maksimal 100,00, dan rata-rata 81,11.



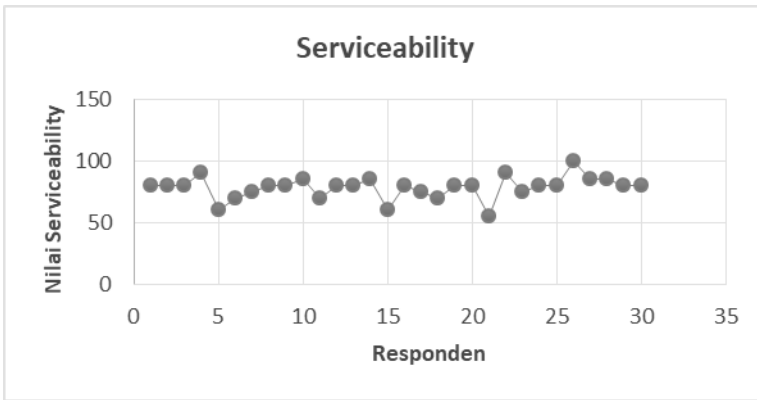
Gambar 6.13 Kesesuaian Produk

Ketahanan produk diukur dari sanitasi *chamber* yang terbuat dari *stainless steel*, rangka *body* yang kuat, *sprayer* bekerja dalam waktu yang lama. Hasil pengujian ketahanan produk disajikan pada Gambar 6.14. Nilai ketahanan produk minimum 60,00, nilai maksimum 100,00, dan rata-rata 84,67.



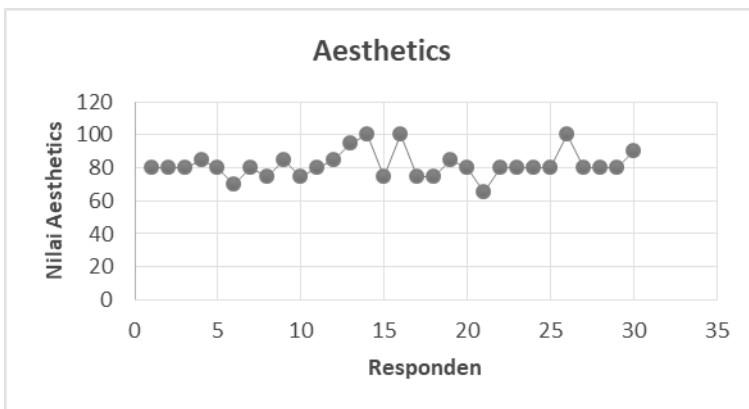
Gambar 6.14 Ketahanan Produk

Kemudahan servis produk diukur dari komponen yang mudah ditemukan, komponen dapat diatur sesuai kebutuhan, pengguna dapat menggunakan chamber tanpa informasi manual, *chamber* mudah dipindahkan. Hasil uji *serviceability* produk disajikan pada Gambar 6.15. Nilai *serviceability* produk minimum 55,00, nilai maksimum 100,00, dan nilai rata-rata 78,33.



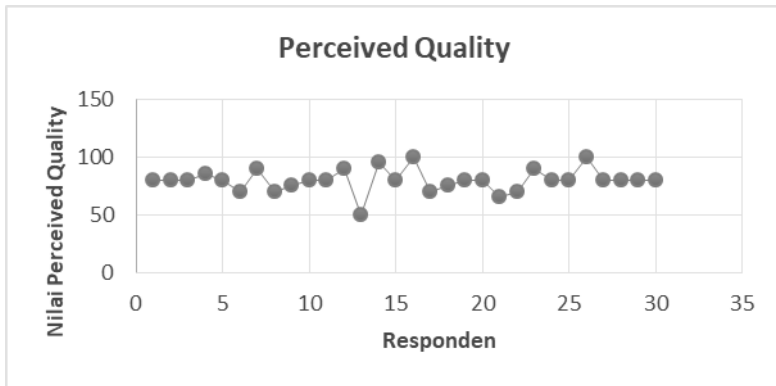
Gambar 4.15 Kemudahan Servis Produk

Estetika produk diukur dari bentuk ruangan yang bagus dan kuat, penempatan sensor yang sesuai, penempatan gorden yang sesuai, adanya Sanitasi *Chamber Name Display* (BICO). Hasil pengujian estetika produk disajikan pada Gambar 6.16. Nilai estetika produk minimal 65,00, nilai maksimal 100,00, dan nilai rata-rata 81,83.



Gambar 6.16 Estetika produk

Persepsi Kualitas diukur dari Bilik sanitasi perlu ditempatkan di tempat umum, waktu penyemprotan *sprayer* tepat, cairan sanitasi tidak membuat pakaian basah, perlu ditambahkan Petunjuk Pemakaian. Hasil uji persepsi kualitas disajikan pada Gambar 6.17. Nilai persepsi kualitas minimum 50,00, nilai maksimum 100,00, dan nilai rata-rata 79,83.



Gambar 6.17 Persepsi kualitas produk

Hasil pengukuran dirangkum dalam Tabel 6.3 yang menggambarkan 8 dimensi ukuran kualitas, dengan nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan standar deviasi. Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai minimum terendah adalah 50,00 dari *Perceived Quality* dan nilai minimum tertinggi adalah 72,00 dari *Performance*, kemudian nilai maksimum pada semua dimensi adalah 100,00.

Tabel 6.3 Hasil pengukuran kualitas produk

Measurement	Min	Max	Average	Std Deviation
Performance	72.00	100.00	83.20	1.864
Features	56.00	100.00	80.40	2.631
Reliability	66.67	100.00	79.56	1.172
Conformance	60.00	100.00	81.11	1.392
Durability	60.00	100.00	84.67	1.489
Serviceability	55.00	100.00	78.33	1.826
Aesthetics	65.00	100.00	81.83	1.650
Perceived Quality	50.00	100.00	79.83	2.008

Kualitas produk termasuk dalam kategori baik, ditunjukkan dengan pengukuran kualitas produk Bico dengan nilai rata-rata 81.11. Kuantitas produk yang dihasilkan tidak banyak, karena produk dibuat berdasar pesanan pelanggan. Total waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu produk Bico cukup lama, kurang lebih satu bulan, karena proses pembuatan merupakan bentuk riset dan pengembangan, yang dalam proses pengerjaannya masih bisa dirubah atau ditambah untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan sesuai kebutuhan pelanggan. Total biaya produksi termasuk lebih mahal daripada biaya produk serupa buatan manufaktur tradisional, karena produk bilik yang dihasilkan ini banyak mempunyai nilai tambah, seperti kualitas *body frame*, jumlah *sprayer*, serta *monitoring* hasil pembacaan suhu berbasis IoT.

Benchmarking Produk

Produk bilik sanitasi covid-19 sudah banyak diproduksi oleh perusahaan maupun industri lain, dan berfungsi untuk mengurangi penularan virus covid-19 melalui penyemprotan disinfektan. Salah satu perusahaan yang memproduksi bilik covid adalah PT Pindad Enjiniring Indonesia, Bandung. Produksi bilik covid yang dihasilkan, yang diberi nama *Mobile Sterilizer Chamber* (MSC), seperti disajikan pada Gambar 6.18 berikut.



Gambar 6.18 Produk bilik covid PT Pindad Enjiniring Indonesia

Bilik covid ini memiliki fitur-fitur antara lain: *timer*, *control panel* untuk pengaturan, *exhaust fan*, pompa untuk aliran cairan disinfektan serta drum untuk penampungan cairan disinfektan. Produk ini tidak dilengkapi dengan sistem berbasis IoT seperti pada produk penelitian ini, serta tidak terpasang RFID, sehingga tidak bisa dipantau untuk proses produksi maupun proses pengiriman produk. Perbandingan produk yang dihasilkan pada penelitian ini yang menggunakan sistem *social manufacturing*, dan produk dari PT Pindad disajikan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Perbandingan Produk

Jenis	Produk Mobile Sterilizer Chamber (PT Pindad)	Produk Bilik Covid-19 (BICO-19)
Material Rangka	Besi holo	<i>Stainless Steel</i>
Dinding penutup	<i>Acrylic</i> transparan dan tirai plastik Lab	<i>Stainless steel</i> dan tirai plastik Lab
<i>Sprayer</i> disinfektan	8 node	12 node
<i>Exhaust fan</i>	Ada	Tidak ada
Perangkat <i>Control (Microcontroller)</i>	Tidak ada	Ada
Aplikasi berbasis IoT	Tidak ada	Ada
Koneksi ke Sistem monitoring	Tidak ada	Ada
Proses produksi	<i>Mass Production</i>	<i>Personalize/Customize</i>

Pada Tabel 6.4 dijelaskan tentang perbandingan beberapa fitur pada masing-masing produk bilik covid. Proses produksi MSC dari PT Pindad dilakukan secara massal dalam sebuah pabrik dan tidak melibatkan usaha industri lain, sehingga dalam sehari dapat menghasilkan sekitar 15 – 20 produk, dengan harga jual Rp15.000.000,

00 (lima belas juta rupiah). Adapun produk BICO pada penelitian ini, dibuat menggunakan sistem *social manufacturing*, yang melibatkan usaha industri maupun perorangan (SMR) dan sesuai dengan kebutuhan pelanggan untuk personalisasi produk. Hal ini dapat dilihat dari hasil produk BICO yang beda dari produk PT Pindad, yaitu terdapat fitur-fitur tambahan yang dibutuhkan pelanggan. Fitur-fitur tersebut antara lain adanya aplikasi berbasis IoT, yang berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan suhu dari pengguna bilik, yang dapat diakses secara *online* dan *real-time* melalui aplikasi android, kemudian adanya sistem *monitoring* untuk memantau proses produksi maupun pengiriman produk yang dapat diakses secara *online* dan *real-time* berbasis web. Proses produksi BICO membutuhkan waktu yang lebih lama, karena dalam proses produksinya terdapat inovasi sosial, yaitu keterlibatan SMR untuk riset dan pengembangan untuk menghasilkan produk yang disesuaikan kebutuhan pengguna. Tetapi dari sisi kualitas produk, BICO lebih unggul dibanding MSC produksi PT Pindad, baik dari segi material pembentuknya maupun dari sisi fitur teknologi yang digunakan. Kelebihan dari produk BICO adalah dapat dipantau proses produksi maupun pengirimannya, sehingga pelanggan dapat ikut *memonitor* dari manapun karena proses pengiriman terkoneksi dengan Google Map.



Bab VII

Pengembangan Model *Social Manufacturing II* (Lanjutan)

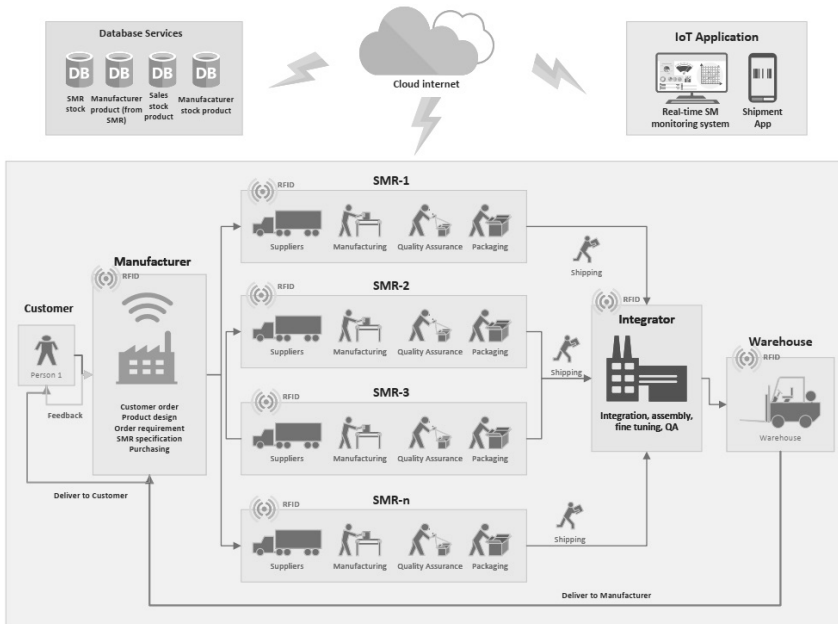
Model SM lanjutan dibuat dengan mengembangkan sistem *monitoring* yang digunakan untuk memantau proses produksi pada masing-masing industri, UMKM, maupun usaha perorangan yang dilibatkan. Model pengembangan SM disajikan pada Gambar 7.1.

Dispatcher bertanggung jawab untuk:

- Customer order
- Product design sharing
- Product requirement
- SMR specification
- Purchasing
- Information system
- *Physical device* (RFID)
- *Contract (optional)*

SMR:

- Memiliki dan mengelola *resources* sendiri
- *QC product (part product)*



Gambar 7.1 Model Pengembangan SM

A. Sistem Monitoring Social Manufacturing berbasis IoT

Pengembangan sistem *monitoring* SM berbasis IoT bertujuan untuk dapat memantau semua proses produksi dari masing-masing SMR sampai ke *manufacturer*. Pada pengembangan model selanjutnya adalah dengan membuat sistem *monitoring* SM berbasis web yang dapat dipantau secara *online* dan *real time*. Setiap SMR diintegrasikan menggunakan *internet of things* (IoT), kemudian setiap bagian produk yang dibuat dipasang RFID untuk memudahkan pembacaan data, termasuk saat perpindahan produk juga akan terdeteksi, sehingga dapat dipantau melalui sistem monitoring. Tampilan sistem *monitoring* SM disajikan pada Gambar 7.2.

Sistem *monitoring* berbasis web ini dapat diakses secara *online* pada tautan <http://socialmfg.com/>. Sistem *monitoring* ini dapat diakses oleh admin pada *manufacturer* dan SMR yang dilibatkan dalam proses produksi.



Gambar 7.2 Pengembangan Web SMMS

Pada sisi *Admin manufacturer*, menu yang disediakan antara lain adalah sebagai berikut.

1. Home

Pada halaman ini ditampilkan grafik proses produksi pada masing-masing SMR secara *real-time*, termasuk data material, produk yang dihasilkan dan penjualan produk.

2. Shipment

Pada halaman ini ditampilkan proses pengiriman material (*part* produk) ke *manufacturer*, yang dapat dipantau menggunakan Google Map API.

3. Design Request

Halaman ini digunakan untuk mengirimkan desain produk yang dipesan oleh pelanggan melalui *manufacturer*, serta spesifikasi material, peralatan, serta waktu yang ditentukan, ke masing-masing SMR.

4. SMR

Halaman SMR berisi tentang data masing-masing SMR yang dilibatkan dalam proses produksi.

5. Database Logger

Halaman ini memuat informasi pada masing-masing SMR.

6. About

Halaman ini memuat tim peneliti yang merancang dan mengembangkan sistem *monitoring* SM.

7. Cost Production

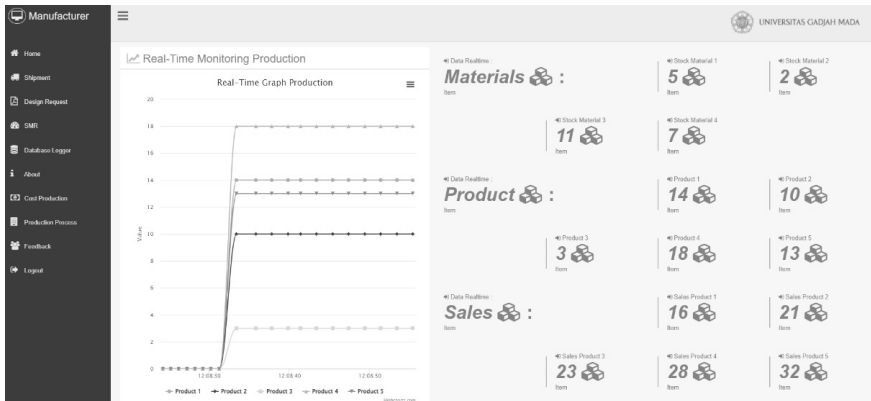
Halaman ini berisi total biaya produksi untuk suatu produk yang dipesan oleh pelanggan.

8. Production Process

Halaman ini memuat total waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk yang dipesan oleh pelanggan.

9. Feedback

Halaman ini berisi *feedback* dari pelanggan maupun masing-masing SMR yang ditujukan kepada *manufacturer*, dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang lebih baik lagi

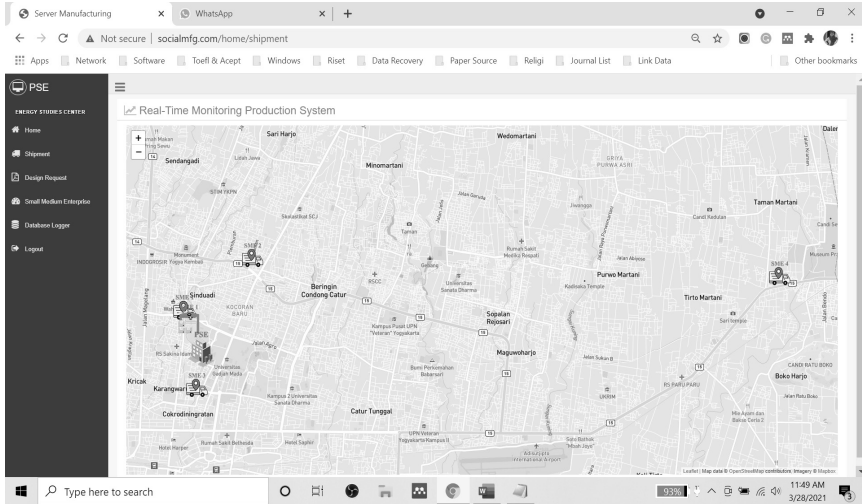


Gambar 7.3 Real Time Monitoring Production

Tampilan tentang *monitoring* produksi secara *real-time* disajikan pada Gambar 7.3. Jumlah material, jumlah produk dan jumlah penjualan akan berubah secara otomatis sesuai dengan perubahan yang terjadi pada proses produksi di masing-masing SMR.

B. Sistem *Monitoring* Pengiriman Produk dari SMR

Sistem *monitoring* pengiriman produk dari SMR berfungsi untuk melakukan kontrol tentang pengiriman part dari SMR ke Integrator, seperti disajikan pada Gambar 7.4.

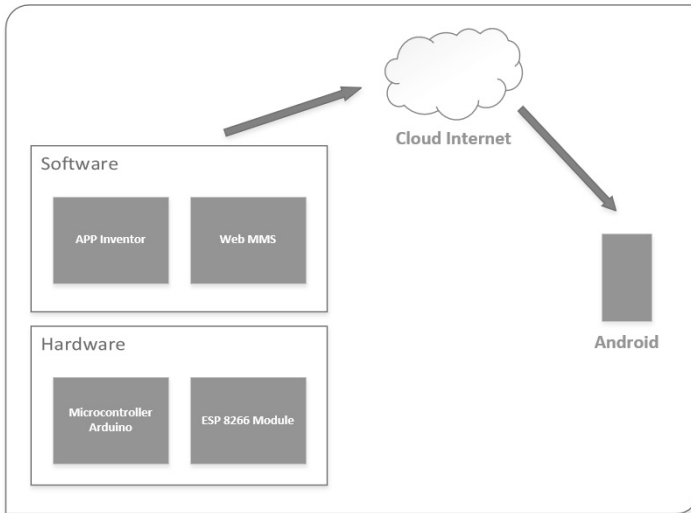


Gambar 7.4 Pengembangan Sistem *Monitoring* Transportasi Pengiriman Material

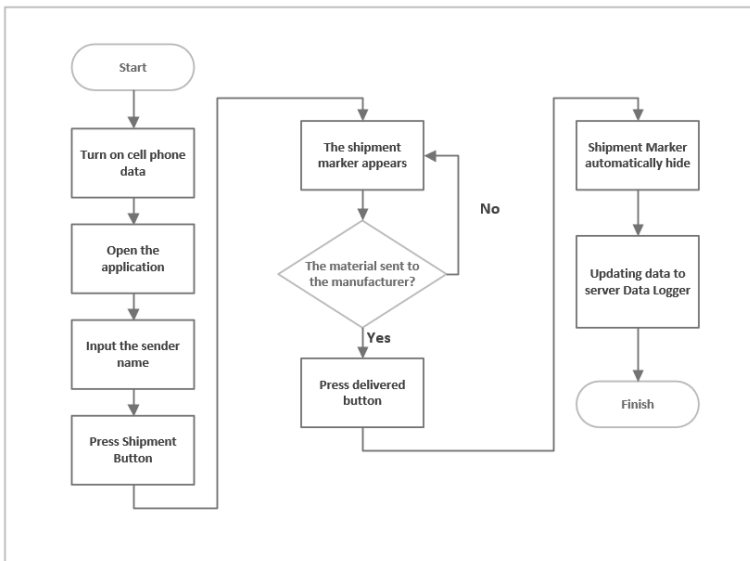
C. Aplikasi Pengiriman Produk berbasis Android dan GPS

Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan platform android, untuk tampilan dan fitur, serta GPS untuk melacak lokasi kurir saat mengantarkan materi. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembangunan sistem aplikasi *monitoring* berbasis android ini adalah aplikasi Fritzing untuk membuat rangkaian android, *smartphone* android untuk instalasi apk, dan aplikasi MIT APP Inventor untuk simulator sistem *monitoring*. Perangkat keras yang dibutuhkan untuk merancang sistem ini antara lain mikrokontroler Arduino, modul ESP-8266, buzzer dan layar LCD. Sistem *monitoring* pengiriman material berbasis android ini terintegrasi dengan *Social Manufacturing Monitoring System* (SMMS) berbasis web yang dapat dipantau secara *real time*, seperti terlihat pada Gambar 7.5. Aplikasi

monitoring pengiriman material ini dibuat menggunakan *software* MIT App Inventor, yang terhubung ke web SMMS untuk memantau pergerakan kurir berbasis GPS. Untuk koneksi perangkat keras, digunakan mikrokontroler Arduino dan modul ESP-8266 untuk terhubung ke internet.



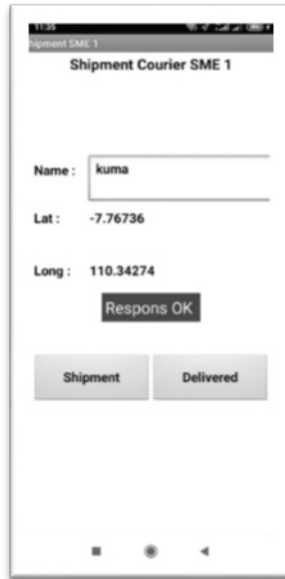
Gambar 7.5 Desain sistem



Gambar 7.6 Diagram alir sistem pengiriman

Diagram alir sistem yang disajikan adalah Gambar 7.6 menjelaskan aliran pada sistem perangkat keras dan perangkat lunak. Mulai dari menyalakan *smartphone*, membuka aplikasi kemudian memasukkan nama kurir, kemudian melakukan proses pengiriman material. Saat memasukkan nama kurir, akan terdeteksi posisi koordinat yang akan dibaca dari GPS, dan data ini akan muncul di sisi pengirim dan produsen. Kemudian masuk ke proses pengiriman yang akan dipantau dalam SMMS berbasis web. Setelah kurir tiba di pabrik, maka tag RFID pada material akan di scan menggunakan RFID reader pabrik, sehingga sistem akan membaca bahwa material yang dikirim telah sampai di tujuan.

Hasil perancangan aplikasi penyampaian materi melalui *software* MIT App Inventor disajikan pada Gambar 7.7. Tampilan aplikasi ini adalah tampilan yang sudah terinstal pada *smartphone*. Cara penggunaan aplikasi dimulai dari kurir menyalakan *smartphone*, memasukkan nama, menekan tombol Kirim, maka akan muncul koordinat Lintang dan Bujur secara otomatis berdasarkan GPS. Setelah itu akan muncul tanda pengiriman material di web SMMS, yang dapat dilihat oleh pihak UKM dan pabrik. Misalnya pada Gambar 7.7 nama kurir Kuma sudah diisi, maka posisi akan langsung terdeteksi berdasarkan GPS, Latitude -7.76736 dan Longitude 110. 34274.



Gambar 7.7 Tampilan aplikasi pengiriman

Melalui aplikasi pengiriman material ini, UKM dan produsen dapat memantau posisi kurir berdasarkan GPS, sehingga material yang dikirimkan dapat tiba tepat waktu. Semua bahan yang dikirimkan akan diberi label menggunakan tag RFID, sehingga ketika sampai di pabrikan, tag RFID akan terdeteksi, kemudian perubahan status bahan dapat dipantau di web SMMS.



Bab VIII

Tingkat Kompetitif Produk dan Pengelolaan Risiko

A. Tingkat Kompetitif Produk SM dan Non-SM

Pengukuran tingkat kompetitif produk SM dan Non-SM dilakukan menggunakan model matematis sistem yang sudah dibuat. Non-SM pada penelitian ini adalah model manufaktur konvensional.

$$Y = \frac{1}{n} (TMC + TPC) + a \cdot IRC + R$$

Dimana

$$a = \begin{cases} 1, & SM \\ 0, & NSM \end{cases}$$

SM : *Social Manufacturing System*

NSM : *Non-Social Manufacturing System* (Manufaktur konvensional)

TMC : *Total Material Cost* (Biaya material dalam satu produksi)

TPC : *Total Production Cost* (Biaya dalam satu produksi)

IRC : *Transportation Cost to Integrator*

R : *Return* (Keuntungan)

n : Jumlah pesanan produk

$$TMC = \sum_{i=1}^s MC_i \quad ; s = \text{Jumlah SMR}$$

$$TPC = t \cdot \sum_{j=1}^p PC_j \quad ; t = \text{waktu (biaya fungsi waktu)}$$

$$p = \text{jenis biaya produksi}$$

$$\text{IRC} = a \cdot \text{IRC} \quad (\text{Biaya ekspedisi ke integrator sesuai lokasi/jarak})$$

Pada studi kasus produksi bilik covid, dapat dihitung biaya produksi total pada SM dan Non-SM, serta waktu produksi yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebuah produk.

Jenis biaya dalam proses produksi bilik covid disajikan pada Tabel 8.1 berikut.

Tabel 8.1 Jenis biaya produksi

No	Jenis Biaya	Kode
1	Biaya Material/Bahan baku/Part	MC
2	Biaya gaji karyawan	X1
3	Biaya overhead	X2
4	Biaya Gudang	X3
5	Biaya Pemeliharaan (Gudang)	X4
6	Biaya tenaga QC	X5
7	Biaya mandor	X6
8	Biaya desain produk	X7
9	Biaya pengiriman produk ke pelanggan	X8
10	Biaya handling	X9
11	Biaya pengiriman ke integrator	IRC

SMR yang dilibatkan sebanyak 4 buah.

$$TMC = \sum_{i=1}^4 MC_i$$

$$= MC_1 + MC_2 + MC_3 + MC_4$$

$$= \text{Rp } 15.000.000 + \text{Rp } 2.500.000 + \text{Rp } 2.000.000$$

$$+ \text{Rp } 2.000.000$$

$$= \text{Rp } 21.500.000, 00$$

$$\text{TPC} = t \cdot \sum_{j=1}^9 \text{PC}_j$$

$$= 8 \cdot (\text{PC X1} + \text{PC X2} + \text{PC X3} + \text{PC X4} + \text{PC X5} + \text{PC X6} + \text{PC X7} + \text{PC X8} + \text{PC X9})$$

$$= 8 (3 \cdot \text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (2 \cdot \text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) = 8 \times \text{Rp } 1.200.000 = \text{Rp } 9.600.000, 00$$

$$\text{IRC} = a \cdot (\text{IRC s1} + \text{IRC s2} + \text{IRC s3} + \text{IRC s4})$$

$$= 1 (\text{Rp } 200.000 + \text{Rp } 100.000 + \text{Rp } 100.000 + \text{Rp } 100.000)$$

$$= \text{Rp } 500.000, 00$$

$$\text{R} = \text{Rp } 250.000, 00$$

$$\text{Y} = \frac{1}{n} (\text{TMC} + \text{TPC}) + a \cdot \text{IRC} + \text{R}$$

$$\text{Y} = \frac{1}{1} (\text{TMC} + \text{TPC}) + a \cdot \text{IRC} + \text{R}$$

$$= 1(\text{Rp } 21.500.000, 00) + (\text{Rp } 9.600.000, 00)$$

$$+ \text{Rp } 500.000, 00 + \text{Rp } 250.000 = \text{Rp } 31.850.000, 00$$

$$\text{Lt} = \frac{\text{Y}}{\text{Ch}} = \text{Rp } 31.850.000, 00 : \text{Rp } 1.000.000, 00 = 31,85 \text{ hari}$$

Jadi biaya yang dibutuhkan pada sistem SM untuk satu produk adalah Rp 31.850.000, 00

Sedangkan pada sistem Non-SM, perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\text{TMC} = \sum_{i=1}^4 MC_i \text{ (ada 4 bagian produksi)}$$

$$= MC_1 + MC_2 + MC_3 + MC_4$$

$$= \text{Rp } 150.000.000 + \text{Rp } 25.000.000 + \text{Rp } 20.000.000$$

$$+ \text{Rp } 20.000.000$$

$$= \text{Rp } 215.000.000, 00$$

$$\text{TPC} = t \cdot \sum_{j=1}^9 PC_j$$

$$= 8 \cdot (\text{PC X1} + \text{PC X2} + \text{PC X3} + \text{PC X4} + \text{PC X5} + \text{PC X6}$$

$$+ \text{PC X7} + \text{PC X8} + \text{PC X9})$$

$$= 8 \cdot (3 \cdot \text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000)$$

$$+ (\text{Rp } 100.000) + (2 \cdot \text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000)$$

$$+ (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000) + (\text{Rp } 100.000)$$

$$= 8 \times \text{Rp } 1.200.000 = \text{Rp } 9.600.000, 00$$

$$\text{IRC} = a \cdot (\text{IRC s1} + \text{IRC s2} + \text{IRC s3} + \text{IRC s4})$$

$$= 0 \cdot (\text{Rp } 200.000 + \text{Rp } 100.000 + \text{Rp } 100.000 + \text{Rp } 100.000)$$

$$= \text{Rp } 0$$

$$\text{R} = \text{Rp } 250.000, 00$$

$$Y_{\text{NSM}} = \frac{1}{n} (\text{TMC} + \text{TPC}) + a \cdot \text{IRC} + \text{R}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{NSM} &= \frac{1}{1} (TMC + TPC) + a.IRC + R \\
 &= 1(\text{Rp } 215.000.000, 00) + (\text{Rp } 9.600.000, 00) + \text{Rp } 0 + \text{Rp} \\
 &\quad 250.000 = \text{Rp } 224.850.000, 00
 \end{aligned}$$

Jadi biaya yang dibutuhkan pada sistem SM untuk satu produk adalah Rp 224.850.000, 00

Menentukan Waktu Penggunaan SM dan Non-SM

Dari perhitungan matematis di atas, diketahui bahwa harga produk Bilik Covid pada SM adalah Rp31.850.000,00, sedangkan pada Non-SM adalah Rp224.850.000,00. Jika pelanggan hanya memesan produk ini sebanyak satu buah saja, maka *Dispatcher* akan memberikan informasi harga dan waktu produksi kepada pelanggan. Selanjutnya, *Dispatcher* akan memilih menggunakan SM, kemudian membentuk komunitas yang melibatkan SMR untuk membuat produk sesuai dengan permintaan pelanggan. Pada sistem SM, *Dispatcher* akan membeli *part* dari SMR yang dilibatkan, sesuai kebutuhan untuk memproduksi produk yang diinginkan pelanggan.

Harga satu produk Bilik Covid pada sistem non-SM atau manufaktur konvensional menjadi mahal karena biaya pembelian material dan biaya operasional akan sama dengan biaya untuk produksi massal. Sehingga harga produk akan kompetitif jika jumlah pesanan produk sedikit dan dapat menggunakan sistem SM, sedangkan jika jumlah pesanan produk banyak, akan lebih murah menggunakan sistem non-SM.

B. Pengelolaan Risiko Sistem Social Manufacturing

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara pada sistem produksi alat kesehatan berupa Bilik Covid berbasis sistem *social manufacturing*. Pengamatan langsung meliputi proses

produksi dan integrasi Bilik Covid. Pengolahan data diawali dengan pemetaan aktivitas rantai pasok dengan metode *Supply-Chain Operation Reference* (SCOR) yang terdiri dari *Plan, Source, Make, Delivery, dan Return*. Dari aktivitas proses bisnis tersebut diidentifikasi risiko dan potensi yang dapat terjadi.

Setiap risiko dianalisis lebih lanjut untuk menemukan agen risiko dan konsekuensi yang ditimbulkan oleh risiko tersebut. Selanjutnya dilakukan penilaian risiko dengan pembobotan untuk menentukan tingkat keparahan dari setiap risiko, tingkat probabilitas dari agen risiko, dan nilai kejadian antara kejadian risiko dan agen risiko (penyebab).

Tahap selanjutnya adalah menghitung nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) untuk menentukan peringkat dan prioritas risiko, yaitu menentukan urutan prioritas agen risiko yang penting untuk proses mitigasi. Penentuannya menggunakan Diagram Pareto, di mana *risk agent* yang mendominasi 80% berarti harus dimitigasi. Dengan demikian HOR 1 selesai sampai penentuan nilai ARP. Selanjutnya, HOR 2 bertujuan untuk merencanakan strategi mitigasi, memberikan informasi tentang agen risiko mana yang harus dimitigasi terlebih dahulu berdasarkan efektivitas dan kemudahan penerapannya. Mitigasi mengacu pada nilai rasio Efektivitas terhadap Kesulitan (ETD) yang masing-masing diberi nilai pembobotan. Sebelum memulai perhitungan, perlu diidentifikasi tindakan pencegahan (PA) yang dapat dilakukan untuk mengatasi agen risiko. Hasil dari metode HOR adalah menentukan urutan strategi mitigasi yang dapat dilakukan pada sistem produksi berbasis *social manufacturing* ini.

1. Menentukan Dampak Dari Kejadian Risiko (*Severity*)

Berdasarkan hasil wawancara, maka data yang didapat digunakan untuk menentukan dampak dari kejadian risiko, yaitu *Severity*, yang disajikan pada Tabel 8.2 berikut.

Tabel 8.2 Dampak dari Kejadian Risiko (*Severity*)

Proses Utama	Sub-Proses	Risk Event	Kode (E _i)	Severity
Plan	Perencanaan Proses Produksi	Penentuan jumlah permintaan tidak tepat	E1	5
		Proses produksi pada masing-masing SMR tidak tepat waktu	E2	5
		Perubahan mendadak dalam rencana proses produksi	E3	6
		Desain produk tidak sesuai	E4	7
		Perubahan desain produk membutuhkan waktu yang lama	E5	7
		Perencanaan biaya produksi	E6	7
		Perencanaan material tambahan tidak tepat	E7	5
	Perencanaan Proses Integrasi	Penyiapan proses integrasi	E8	6
		Perencanaan untuk maintenance mesin pada integrator	E9	5
		Proses <i>quality control</i> setelah integrasi	E10	8
Source	Pemilihan SMR	Proses pemilihan SMR tidak tepat	E11	7
		SMR tidak dapat memenuhi order	E12	7
		SMR tidak dapat memenuhi kesepakatan/ kontrak	E13	6

Proses Utama	Sub-Proses	Risk Event	Kode (E _i)	Severity
	Penyediaan sistem <i>monitoring</i> SMR (SMMS)	Sistem <i>monitoring</i> berbasis web mengalami kerusakan/ <i>error</i>	E15	7
		Koneksi internet pada SMR tidak stabil/ koneksi terputus	E16	7
		Admin belum memperbarui data SMR	E17	6
Make	Proses produksi sesuai yang dijadwalkan	Keterlambatan pengiriman desain produk ke SMR	E18	7
		SMR tidak membuat produk sesuai desain	E19	5
		Perubahan desain mendadak	E20	6
Deliver	Pengiriman produk jadi ke pelanggan	Pemilihan kurir tidak tepat	E21	6
		Kurir membatalkan persetujuan pengiriman	E22	5
		Kurir tidak menginstal aplikasi pengiriman	E23	5
		Pengiriman produk terlambat	E24	6
	Penyediaan aplikasi pengiriman berbasis Android	Aplikasi pengiriman <i>error</i>	E25	6
		Data kurir tidak terdeteksi pada sistem <i>monitoring</i> SMMS	E26	5
Return	Pengembalian produk <i>reject</i>	Pengembalian produk yang tidak sesuai/rusak	E27	5

2. Menentukan Dampak Dari Kejadian Risiko (*Occurrence*)

Selanjutnya adalah menentukan dampak dari kejadian risiko, yaitu *Occurrence*, yang disajikan pada Tabel 8.2 berikut.

Tabel 8.2 Dampak Dari Kejadian Risiko (*Occurrence*)

Proses Utama	Sub-Proses	Risk Agent	Kode (A _i)	Occurrence
Plan	Perencanaan Proses Produksi	Kesalahan pendataan permintaan pelanggan	A1	5
		Kesalahan perencanaan produksi	A2	6
		Proses produksi terhambat	A3	7
		Identifikasi order pelanggan tidak tepat	A4	7
		Permintaan desain dari pelanggan berubah-ubah	A5	6
		Penentuan biaya produksi tidak tepat	A6	7
		Kesalahan perencanaan material tambahan pada integrator	A7	5
	Perencanaan Proses Integrasi	Kesalahan proses integrasi	A8	6
		Kesalahan perencanaan untuk <i>maintenance</i> mesin pada integrator	A9	5
		<i>Quality control</i> tidak tepat	A10	7
Source	Pemilihan SMR	Kesalahan pemilihan SMR	A11	7

Proses Utama	Sub-Proses	Risk Agent	Kode (A _i)	Occurrence
		SMR kesulitan membuat produk	A12	6
		SMR tidak memahami kontrak/ kesepakatan	A13	6
		Pembagian job antar SMR tidak tepat	A14	6
		Admin operator baru ditempatkan pada bagian tersebut	A15	6
Make	Proses produksi sesuai yang dijadwalkan	Kendala teknis koneksi jaringan	A16	7
Deliver	Pengiriman produk jadi ke pelanggan	Kesalahan menggunakan aplikasi pengiriman	A17	6
		Kurir mengalami kendala transportasi	A18	6
		<i>Smartphone</i> mengalami kerusakan	A19	5
		Terjadi gangguan/ bencana alam	A20	7
	Penyediaan aplikasi pengiriman berbasis Android	Kesalahan instalasi pada aplikasi pengiriman	A21	5
Return	Pengembalian produk reject	Produk mengalami kerusakan	A22	6

Kemudian menggabungkan nilai *Severity* dan *Occurrence* menjadi satu, untuk mempermudah proses analisis risiko selanjutnya, yang disajikan pada Tabel 8.3. Setelah itu, dilakukan perhitungan untuk menentukan matriks HOR 1, yang disajikan pada Tabel 8.4.

Tabel 8.3. Severity dan Occurrence

<i>Risk Event</i>	Kode (E _i)	Severity	<i>Risk Agent</i>	Kode (A _i)	Occurrence
Penentuan jumlah permintaan tidak tepat	E1	5	Kesalahan pendataan permintaan pelanggan	A1	5
Proses produksi pada masing-masing SMR tidak tepat waktu	E2	5	Kesalahan perencanaan produksi	A2	6
Perubahan mendadak dalam rencana proses produksi	E3	6	Proses produksi terhambat	A3	7
Desain produk tidak sesuai	E4	7	Identifikasi order pelanggan tidak tepat	A4	7
Perubahan desain produk membutuhkan waktu yang lama	E5	7	Permintaan desain dari pelanggan berubah-ubah	A5	6
Keterlambatan jadwal produksi	E6	7	Penentuan jadwal produksi tidak tepat	A6	7
Perencanaan material tambahan tidak tepat	E7	5	Kesalahan perencanaan material tambahan pada integrator	A7	5
Penyiapan proses integrasi	E8	6	Kesalahan proses integrasi	A8	6
Perencanaan untuk maintenance mesin pada integrator	E9	5	Kesalahan perencanaan untuk maintenance mesin pada integrator	A9	5
Proses <i>quality control</i> setelah	E10	8	<i>Quality control</i> tidak	A10	7

<i>Risk Event</i>	Kode (E _i)	<i>Severity</i>	<i>Risk Agent</i>	Kode (A _i)	<i>Occurrence</i>
integrasi			dilakukan		
Proses pemilihan SMR tidak tepat	E11	7	Kesalahan pemilihan SMR	A11	7
SMR tidak dapat memenuhi order	E12	7	SMR kesulitan membuat produk	A12	6
SMR tidak dapat memenuhi kesepakatan/kontrak	E13	6	SMR tidak memahami kontrak/kesepakatan	A13	6
Hubungan antar SMR kurang harmonis	E14	7	Pembagian <i>job</i> antar-SMR tidak tepat	A14	6
Koneksi internet pada SMR tidak stabil/koneksi terputus	E15	7	Admin operator baru ditempatkan pada bagian tersebut	A15	6
Admin belum memperbarui data SMR	E16	6	Kendala teknis koneksi jaringan	A16	7
Admin belum memperbarui data SMR	E17	6	Kesalahan menggunakan aplikasi pengiriman	A17	6
Keterlambatan pengiriman desain produk ke SMR	E18	7	Kurir mengalami kendala transportasi	A18	6
SMR tidak membuat produk sesuai desain	E19	5	<i>Smartphone</i> mengalami kerusakan	A19	5
Perubahan desain mendadak	E20	6	Terjadi gangguan/bencana	A20	7

<i>Risk Event</i>	Kode (E _i)	<i>Severity</i>	<i>Risk Agent</i>	Kode (A _i)	<i>Occurrence</i>
Pemilihan kurir tidak tepat	E21	6	alam		
Kurir membatalkan persetujuan pengiriman	E22	5	Kesalahan instalasi pada aplikasi pengiriman	A21	5
Kurir tidak menginstal aplikasi pengiriman	E23	5	Produk mengalami kerusakan	A22	6
Pengiriman produk terlambat	E24	6			
Aplikasi pengiriman <i>error</i>	E25	6			
Data kurir tidak terdeteksi pada sistem <i>monitoring</i> SMMS	E26	5			
Pengembalian produk yang tidak sesuai/ rusak	E27	5			

Tabel 8.4. Matriks House of Risk (HOR) 1

		Risk Agent																										
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	SEV				
E1	9	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
E2	1	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
E3	3	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6			
E4	9	3	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			
E5	3	1	3	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			
E6	0	9	9	0	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	7			
E7	1	1	0	1	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
E8	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6			
E9	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
E10	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8			
E11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			
E12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			
E13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6			
E14	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			
E15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
E16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
E17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6			
E18	0	0	1	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	7			
E19	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
E20	0	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6			
E21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	6			
E22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	5			
E23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
E24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	5			
E25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	3	3	9	0	0	6			
E26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	5			
E27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
OCC	5	6	7	7	6	7	5	6	5	7	7	6	6	6	6	6	7	6	6	5	7	5	6	6				
ARP	785	1872	1813	1148	756	623	315	570	260	504	1071	690	450	528	108	483	354	414	165	336	295	270	270					
Rank	5	1	2	3	6	8	17	9	20	11	4	7	13	10	22	12	15	14	21	16	18	19						

Pada matriks HOR 1, dituliskan Agen Risiko dari A1 sampai dengan A22, dan E1 sampai dengan E27, dan menuliskan nilai *Severity* dan *Occurrence*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan *Aggregate Risk Potential* (ARP). ARP merupakan hasil dari kemungkinan munculnya agen risiko dan akibat agregat dari terjadinya risiko yang disebabkan oleh agen risiko. Nilai ARP ini diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian tingkat *severity* dengan tingkat *occurrence*. Hasil dari tahap analisis risiko ini berupa prioritas risiko dan pengklasifikasian pemeringkatan ini didasarkan pada Pareto 80:20 yang kemudian digunakan sebagai acuan penyusunan rencana penanganan risiko.

Pada tahap Evaluasi Risiko, terdapat dua langkah yang dilakukan, yaitu menentukan peringkat agen risiko sesuai nilai ARP-nya dan menentukan prioritas agen risiko yang akan direduksi dengan aksi mitigasi yang sudah ditentukan. Tahap ini menggunakan Model *House of Risk 2*. Tiap agen risiko memiliki aksi mitigasi yang berkaitan kuat (ditunjukkan dengan nilai korelasi 9), sedang (ditunjukkan dengan nilai korelasi 3), atau lemah (ditunjukkan dengan nilai korelasi 1). Total keefektifan suatu aksi mitigasi dihitung dari penjumlahan hasil perkalian nilai korelasi antara agen-agen risiko dan aksi-aksi mitigasi dengan nilai ARP yang diperoleh dari HOR1.

Sementara itu, nilai ETD (*Effectiveness to Difficulty Ratio*) diperoleh dari pembagian antara nilai total keefektifan aksi mitigasi dengan tingkat kesulitannya. Semakin besar nilai D (*difficulty*, tingkat kesulitan), semakin kecil nilai ETD-nya. Hal ini berarti bahwa aksi mitigasi tersebut kurang efektif untuk mereduksi atau memitigasi agen risiko yang bersangkutan. Begitu pula sebaliknya. Setelah diketahui nilai ETD, dapat dilakukan pemeringkatan aksi mitigasi berdasar nilai ETD. Peringkat aksi mitigasi tersebut menunjukkan prioritas aksi mitigasi yang harus

dilakukan untuk melakukan mitigasi munculnya agen-agen risiko yang menyebabkan adanya kejadian risiko.

3. Kumulatif ARP

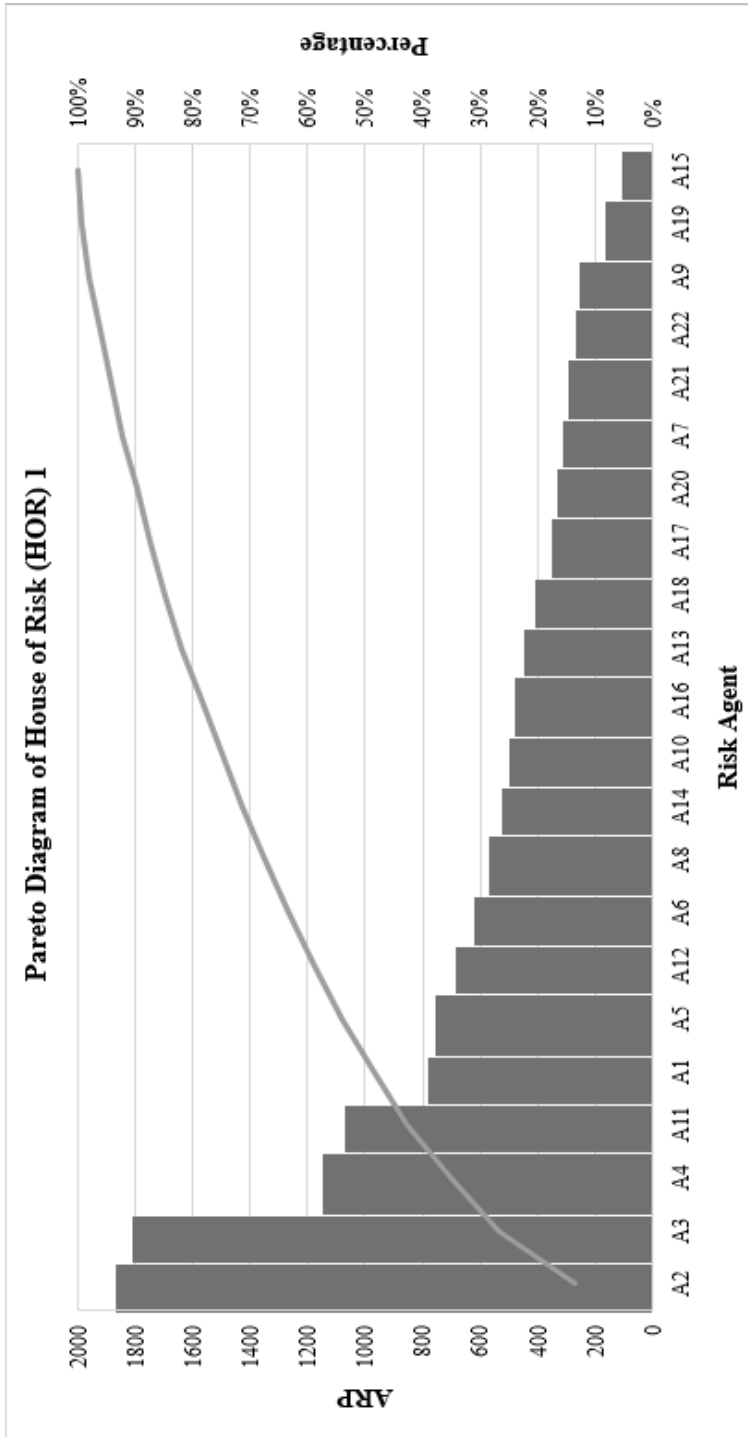
Nilai ARP ini diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian tingkat *severity* dengan tingkat *occurrence*. Perhitungan kumulatif ARP disajikan pada Tabel 8.5.

Tabel 8.5. Kumulatif ARP

Kode Agen Risiko	ARP	Persentase	Kumulatif
A2	1872	13.56	13.56
A3	1813	13.13	26.68
A4	1148	8.31	35.00
A11	1071	7.76	42.75
A1	785	5.68	48.44
A5	756	5.47	53.91
A12	690	5.00	58.91
A6	623	4.51	63.42
A8	570	4.13	67.55
A14	528	3.82	71.37
A10	504	3.65	75.02
A16	483	3.50	78.52
A13	450	3.26	81.77
A18	414	3.00	84.77
A17	354	2.56	87.34
A20	336	2.43	89.77
A7	315	2.28	92.05
A21	295	2.14	94.19
A22	270	1.96	96.14
A9	260	1.88	98.02
A19	165	1.19	99.22
A15	108	0.78	100.00
Total	13810		

Hasil dari tahap analisis risiko ini berupa prioritas risiko dan pengklasifikasian pemeringkatan ini didasarkan pada Pareto 80:20 yang kemudian digunakan sebagai acuan penyusunan rencana penanganan risiko. Pada Tabel 8.6 disajikan urutan penghitungan ARP, dan sudah diurutkan berdasar nilai ARP tertinggi ke nilai terendah. Kemudian dengan menggunakan Pareto 80:20, maka nilai kumulatif yang diambil adalah yang bernilai maksimal 80. Nilai tertinggi pada tabel adalah 78.52 dan terendah adalah 13.56, sehingga terdapat 12 agen risiko yang akan digunakan untuk menentukan mitigasi risiko. Gambar 8.1 menampilkan bentuk Diagram Pareto dari hasil penghitungan HOR 1.

Selanjutnya, setelah ditentukan 12 agen risiko, langkah berikutnya adalah menentukan strategi penanganan atau *preventive action* (PA), seperti yang disajikan pada Tabel 8.7. Setiap satu agen risiko bisa memiliki lebih dari satu PA, disesuaikan dengan risiko yang ditimbulkan. Dari hasil pemetaan pada tabel tersebut, dihasilkan 21 PA. Langkah selanjutnya adalah menentukan korelasi *Risk Agent* (RA) dan PA, yang bertujuan untuk mendapatkan urutan strategi penanganan risiko sesuai dengan prioritas.



Gambar 8.1 Diagram Pareto HOR 1

4. Mitigasi Risiko

Tabel 8.6. Mitigasi Risiko

NOMER	KODE AGEN RISIKO (<i>Risk Agent Code</i>)	Agen Risiko (<i>Risk Agent</i>)	STRATEGI PENANGANAN (<i>Preventive Action</i>)	Kode
1	A2	Kesalahan perencanaan produksi	Perencanaan produksi harus dilakukan secara cermat	PA 1
2	A3	Proses produksi terhambat	Melakukan koordinasi dengan SMR yang terlibat	PA 2
			Mengidentifikasi faktor penghambat proses produksi	PA 3
3	A4	Identifikasi order pelanggan tidak tepat	Mendata permintaan pelanggan secara lengkap	PA 4
			Melakukan konfirmasi ke pelanggan terkait produk yang diinginkan	PA 5
4	A11	Kesalahan pemilihan SMR	Pemilihan SMR lebih selektif	PA 6
			Membuat standar SMR yang akan dilibatkan	PA 7
			Membuat database tentang SMR yang akan dilibatkan	PA 8
5	A1	Kesalahan pendataan permintaan pelanggan	Mengidentifikasi permintaan pelanggan secara detail	PA 9

NOMER	KODE AGEN RISIKO (<i>Risk Agent Code</i>)	Agen Risiko (<i>Risk Agent</i>)	STRATEGI PENANGANAN (<i>Preventive Action</i>)	Kode
			Membuat catatan permintaan pelanggan	PA 10
6	A5	Permintaan desain dari pelanggan berubah-ubah	Menyediakan ragam pilihan desain produk	PA 11
7	A12	SMR kesulitan membuat produk	Memberikan informasi produk yang akan dibuat kepada SMR yang dilibatkan	PA 12
			Memperjelas kesepakatan pembuatan produk	PA 13
8	A6	Penentuan jadwal produksi tidak tepat	Membuat perencanaan produksi lebih detail	PA 14
			Melakukan pengecekan kesiapan SMR yang terlibat	PA 15
9	A8	Kesalahan proses integrasi	Menyelenggarakan pelatihan untuk operator pada integrator	PA 16
			Menyediakan informasi detail terkait produk yang akan diintegrasikan	PA 17

NOMER	KODE AGEN RISIKO (Risk Agent Code)	Agen Risiko (Risk Agent)	STRATEGI PENANGANAN (Preventive Action)	Kode
10	A14	Pembagian job antar SMR tidak tepat	Melakukan identifikasi kemampuan masing-masing SMR sebelum proses produksi	PA 18
11	A10	Quality control tidak dilakukan	Menyelenggarakan pelatihan quality control pada integrator	PA 19
			Membuat standar quality control pada masing-masing SMR	PA 20
12	A16	Kendala teknis koneksi jaringan	Pengecekan dan maintenance infrastruktur jaringan	PA 21

Perhitungan TE_k , D_k , dan ETD_k (Gambar 8.2)

$$\text{Efektivitas Total } TE_k = \sum_j ARP_j \cdot E_{jk}$$

$$\text{Rasio Total Efektivitas} = ETD_k = \frac{TE_k}{D_k}$$

PA : *Preventive Action*

RA : *Risk Agent*

Dk : *Difficulty* (dihitung menggunakan skala Likert)

Ejk : Korelasi antara masing-masing PA dengan RA

To be treated risk agent (Aj)	Preventive Action (PAk)					Aggregate Risk Potentials (ARPj)
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	
A1	E11	E12	E13	...	...	ARP1
A2	E21	E22	...	...	...	ARP2
A3	E31	...	...	...	...	ARP3
A4	...	...	...	...	...	ARP4
A5	...	...	...	...	Ejk	ARP5
Total efectiveness of action k	TE1	TE2	TE3	TE4	TE5	
Degree of difficulty performing action k	D1	D2	D3	D4	D5	
Effectiveness to difficulty ratio	ETD1	ETD2	ETD3	ETD4	ETD5	
Rank of priority	R1	R2	R3	R4	R5	

Sumber: Pujawan (2009)

Gambar 8.2 Perhitungan Total Efektivitas Risiko

Hasil perhitungan HOR 2 disajikan pada Tabel 8.8 berikut.

Selanjutnya menentukan peringkat Prioritas dari masing-masing aksi (R_k), peringkat pertama menunjukkan aksi dengan ETD tertinggi.

Tabel 8.8 Perhitungan HOR 2

Agen Risiko (Risk Agent)	STRATEGI PENANGANAN (Preventive Action)																ARP					
	PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5	PA 6	PA 7	PA 8	PA 9	PA 10	PA 11	PA 12	PA 13	PA 14	PA 15	PA 16		PA 17	PA 18	PA 19	PA 20	PA 21
A2	9																					1872
A3		9	9																			1813
A4				9	3																	1148
A11						9	3	3														1071
A1								9	3													785
A5										3												756
A12									9	9												690
A6											9	3										623
A8														9	3							570
A14																	3					528
A10																		9	3			504
A16																				9		483
Tek	16848	16317	16317	10332	3444	9639	3213	3213	7065	2355	2268	6210	6210	5607	1869	5130	1710	1584	4536	1512	4347	
Dk	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	
ETD	5616	5439	5439	3444	861	3213	1071	803.3	2355	785	567	2070	2070	1869	467.3	1710	570	396	1512	378	1087	
Ranking	1	2	3	4	14	5	13	15	6	16	18	7	8	9	19	10	17	20	11	21	12	

Berdasar penentuan peringkat melalui ETDk, maka diperoleh urutan mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengatasi risiko pada SM yang dikembangkan, seperti disajikan pada Tabel 8.9.

Tabel 8.9 Urutan Mitigasi Risiko

NOMOR	KODE	STRATEGI PENANGANAN (<i>Preventive Action</i>)
1	PA 1	Perencanaan produksi harus dilakukan secara cermat
2	PA 2	Melakukan koordinasi dengan SMR yang terlibat
3	PA 3	Mengidentifikasi faktor penghambat proses produksi
4	PA 4	Mendata permintaan pelanggan secara lengkap
5	PA 6	Pemilihan SMR lebih selektif
6	PA 9	Mengidentifikasi permintaan pelanggan secara detail
7	PA 12	Memberikan informasi produk yang akan dibuat kepada SMR yang dilibatkan
8	PA 13	Memperjelas kesepakatan pembuatan produk
9	PA 14	Membuat perencanaan produksi lebih detail
10	PA 16	Menyelenggarakan pelatihan untuk operator pada integrator
11	PA 19	Menyelenggarakan pelatihan <i>quality control</i> pada integrator
12	PA 21	Pengecekan dan <i>maintenance</i> infrastruktur jaringan
13	PA 7	Membuat standar SMR yang akan dilibatkan

NOMOR	KODE	STRATEGI PENANGANAN (<i>Preventive Action</i>)
14	PA 5	Melakukan konfirmasi ke pelanggan terkait produk yang diinginkan
15	PA 8	Membuat database tentang SMR yang akan dilibatkan
16	PA 10	Membuat catatan permintaan pelanggan
17	PA 17	Menyediakan informasi detail terkait produk yang akan diintegrasikan
18	PA 11	Menyediakan ragam pilihan desain produk
19	PA 15	Melakukan pengecekan kesiapan SMR yang terlibat
20	PA 18	Melakukan identifikasi kemampuan masing-masing SMR sebelum proses produksi
21	PA 20	Membuat standar <i>quality control</i> pada masing-masing SMR

Mitigasi risiko ini dapat dilakukan oleh *Dispatcher*, sebagai pihak yang mengelola proses produksi yang melibatkan SMR untuk membuat sebuah produk.

Kontribusi dan Kebaruan Penelitian

Kontribusi dan kebaruan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

5. Mengembangkan model *social manufacturing* untuk personalisasi produk.
6. Mengembangkan *prototype* sistem *social manufacturing* dan sistem *monitoring social manufacturing* berbasis IoT yang dapat diakses secara *online* dan *real-time*.

7. Mengembangkan aplikasi berbasis android untuk pengiriman material dari SMR ke Integrator, yang terintegrasi dan dapat dipantau melalui sistem *monitoring*.
8. Menentukan tingkat kompetitif hasil produk dari sistem *social manufacturing* dan *non-social manufacturing*.
9. Menentukan faktor risiko, mitigasi risiko, dan menentukan strategi penanganan yang sesuai untuk setiap faktor risiko.



Bab IX

Penutup

A. Kesimpulan

Pada penelitian dalam buku ini telah dikembangkan sistem produksi terintegrasi melalui *social manufacturing*. Pengembangan sistem dimulai dari pembuatan model sistem *social manufacturing*, simulasi model, pembuatan model matematis sistem serta perancangan sistem monitoring *social manufacturing* berbasis IoT. Model matematis sistem digunakan untuk menentukan tingkat kompetitif antara sistem berbasis *social manufacturing* dan sistem *non-social manufacturing*. Dari hasil perbandingan menggunakan model matematis, harga produk pada sistem *social manufacturing* lebih kompetitif dibandingkan dengan sistem *non-social manufacturing* untuk produksi pada batas tertentu, atau dalam jumlah yang kecil, dan jika pelanggan menghendaki produksi secara massal, akan lebih murah menggunakan sistem manufaktur konvensional atau *non-social manufacturing*.

Selanjutnya, untuk meminimalisir terjadinya risiko pada sistem *social manufacturing*, maka dilakukan analisis dan pengelolaan risiko. Pada tahapan ini, untuk mendapatkan data terkait risiko, dilakukan wawancara langsung dengan *Socialized Manufacturing Resources (SMR)* yang terlibat pada pengembangan sistem. Data tersebut kemudian diolah untuk memetakan faktor apa saja penyebab risiko pada sistem,

kemudian melakukan mitigasi pada risiko tersebut, dan tahapan terakhir adalah menentukan strategi penanganan risiko pada sistem *social manufacturing*.

B. Saran

Pada pengembangan sistem *social manufacturing* ini, masih terdapat beberapa kekurangan yang dapat dilanjutkan atau digunakan untuk penelitian selanjutnya. Beberapa peluang tersebut antara lain adalah SMR yang dilibatkan pada studi kasus sistem produksi alat kesehatan untuk pembuatan bilik Covid-19 hanya sedikit, sehingga dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya dengan menambah jumlah SMR. Kemudian tentang penghitungan biaya produksi dan waktu produksi belum ada di dalam sistem monitoring berbasis web, sehingga masih bisa dikembangkan lebih lanjut. Pada penentuan tingkat kompetitif produk, baru diteliti terkait biaya produksi dan harga produk saja, untuk itu pada penelitian selanjutnya dapat menambah variabel yang lain.

Daftar Pustaka

- Cheng, F. T. Y. and Nee, L. Z. A. Y. C. 2017. "Advanced manufacturing systems : socialization characteristics and trends", *Journal of Intelligent Manufacturing*. Springer US, 28(5), pp. 1079-1094. doi: 10.1007/s10845-015-1042-8.
- Coelho, D. A., Nunes, F. and Vieira, F. L. 2016. "The impact of crowdsourcing in product development : an exploratory study of Quirky based on the perspective of participants". *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 0349(September), pp. 1-15. doi: 10.1080/21650349.2016.1216331.
- Design, C., Yi, Z., Meilin, W., Renyuan, C., Etienne, A. and Siadat, A. 2019. "ScienceDirect ScienceDirect Research on Application of SME Manufacturing Cloud Platform Based on Research on Application of SME Manufacturing Cloud Platform Based on Micro Service Architecture Micro Service Architecture A new methodology to analyze the fu". *Procedia CIRP*. Elsevier B.V., 83, pp. 596-600. doi: 10.1016/j.procir.2019.04.091.
- Ding, K., Jiang, P., Leng, J. and Cao, W. 2015. "Modeling and analyzing of an enterprise relationship network in the context of social manufacturing". *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part B, Journal of Engineering Manufacture*, 230(4), pp. 752-769. doi: 10.1177/0954405414558730.
- Ding, K., Jiang, P. and Su, S. 2018. "RFID-enabled social manufacturing system for inter-enterprise monitoring and dispatching of integrated production and transportation tasks", *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. Elsevier Ltd, 49(July 2017), pp. 120-133. doi: 10.1016/j.rcim.2017.06.009.
- Fox, S. and Mohamed, Y. 2017. "Technology in Society Moveable social manufacturing : Making for shared peace and prosperity in fragile regions". *Technology in Society*. Elsevier Ltd, 51, pp.

- 1-7. doi: 10.1016/j.techsoc.2017.07.003.
- Gommel, U., Stief, P., Dantan, J., Etienne, A. and Siadat, A. 2018. "New methodology to analyze the functional and physical architecture of Optimized Robot Systems for Future Aseptic Personalized Mass Production Optimized Robot 28th Systems for Future Aseptic Personalized Nantes , France Mass Pr". *Procedia CIRP*. Elsevier B.V., 72, pp. 303-309. doi: 10.1016/j.procir.2018.03.066.
- Gregori, F., Papetti, A., Pandolfi, M., Peruzzini, M. and Germani, M. 2017. "Digital manufacturing systems : a framework to improve social sustainability of a production site", *Procedia CIRP*. The Author(s), 63, pp. 436-442. doi: 10.1016/j.procir.2017.03.113.
- Guo, W. and Jiang, P. 2018. "An investigation on establishing small- and medium-sized enterprises communities under the environment of social manufacturing". *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 00(0), pp. 1-14. doi: 10.1177/1063293X18770499.
- Hamalainen, M. and Karjalainen, J. 2017. "Social manufacturing : When the maker movement meets inter firm production networks". *Business Horizons*. 'Kelley School of Business, Indiana University', 60(6), pp. 795-805. doi: 10.1016/j.bushor.2017.07.007.
- Hamalainen, M., Mohajeri, B. and Nyberg, T. 2018. "Removing barriers to sustainability research on personal fabrication and social manufacturing". *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 180, pp. 666-681. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.099.
- Hozdić, E. 2016. "Smart Factory For Industry 4.0 : A Review". *Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology*, 7(1), pp. 28-35. (January 2015).
- Huang, S., Guo, Y., Zha, S., Wang, F. and Fang, W. 2017. "The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems". *Procedia CIRP*. The Author(s), 63, pp. 132-137. doi: 10.1016/j.procir.2017.03.085.
- Jiang, P., Ding, K. and Leng, J. 2016. "Towards a cyber-physical-social-connected and service-oriented manufacturing paradigm : Social Manufacturing". *Manufacturing Letters*. Society of Manufacturing

- Engineers (SME), 7, pp. 15–21. doi: 10.1016/j.mfglet.2015.12.002.
- Jiang, P. and Leng, J. 2017. "The configuration of social manufacturing : a social intelligence way toward service-oriented manufacturing Pingyu Jiang * and Jiewu Leng". *Int. J. Manufacturing Research*, 12(1), pp. 4–19.
- Joyner, C. M., Hirscher, A. and Niinim, K. 2018. "Social manufacturing in the fashion sector : New value creation through alternative design strategies ?". *Journal of Cleaner Production*, 172, pp. 4544–4554. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.020.
- Kaneko, K., Kishita, Y. and Umeda, Y. 2018. "Toward Developing a Design Method of Personalization : Proposal of a Personalization Procedure". *Procedia CIRP*. The Author(s), 69(May), pp. 740–745. doi: 10.1016/j.procir.2017.11.134.
- Kauranen, I. 2015. "Paradigm Shift from Current Manufacturing to Social Manufacturing Babak Mohajeri". (June).
- Klewitz, J. and Hansen, E. G. 2013. "Sustainability-oriented innovation of SMEs : a systematic review". *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.07.017.
- Kong, X. T. R., Zhong, R. Y., Zhao, Z., Shao, S., Li, M., Lin, P., Chen, Y., Wu, W., Shen, L., Yu, Y. and Huang, G. Q. 2020. "Computers & Industrial Engineering Cyber physical ecommerce logistics system : An implementation case in Hong Kong". *Computers & Industrial Engineering*. Elsevier, 139(August 2019), p. 106170. doi: 10.1016/j.cie.2019.106170.
- Lee, J., Bagheri, B. and Kao, H. 2015. "A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4 . 0-based manufacturing systems". *MANUFACTURING LETTERS*. Society of Manufacturing Engineers (SME), 3, pp. 18–23. doi: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001.
- Leng, J., Jiang, P. and Zheng, M. 2015. "Outsourcer – supplier coordination for parts machining outsourcing under social manufacturing". *Journal of Engineering Manufacture*, pp. 1–13. doi: 10.1177/0954405415583883.

- Modrak, V. and Soltysova, Z. 2018. "Process modularity of mass customized manufacturing systems : principles , measures and assessment". *Procedia CIRP*. The Author(s), 67, pp. 36–40. doi: 10.1016/j.procir.2017.12.172.
- Pontevedra, V. 2019. "Mass Personalization with Industry 4 . 0 by SMEs : a concept for collaborative networks a concept for collaborative networks Costing models for of capacity in Ind". *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V., 28, pp. 135–141. doi: 10.1016/j.promfg.2018.12.022.
- Schumacher, A., Erol, S. and Sihni, W. 2016. "A maturity model for assessing Industry 4 . 0 readiness and maturity of manufacturing enterprises", *Procedia CIRP*. The Author(s), 52, pp. 161–166. doi: 10.1016/j.procir.2016.07.040.
- Shang, X., Wang, F., Xiong, G., Member, S., Nyberg, T. R., Yuan, Y., Member, S., Liu, S., Guo, C. and Bao, S. 2018. "Social Manufacturing for High-end Apparel Customization". *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 5(2), pp. 489–500. doi: 10.1109/JAS.2017.7510832.
- Shao, X. 2019. "What is the Right Production Strategy for Horizontally Differentiated Product : Standardization or Mass Customization ?". *International Journal of Production Economics*. Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.ijpe.2019.107527.
- Song, Z., Sun, Y., Wan, J., Huang, L., Xu, Y. and Hsu, C. 2019. "Exploring robustness management of social internet of things for customization manufacturing". *Future Generation Computer Systems*. Elsevier B.V., 92, pp. 846–856. doi: 10.1016/j.future.2017.10.030.
- Stief, P., Dantan, J., Etienne, A. and Siadat, A. 2019. "The Degree of Mass Personalisation under Industry 4.0 The Degree of Mass Personalisation under A new methodology to analyze functional and physical architecture of existing products for an oriented product family identificati". *Procedia CIRP*. Elsevier B.V., 81,

- pp. 1394–1399. doi: 10.1016/j.procir.2019.04.050.
- Wang, S., Wan, J., Li, D. and Zhang, C. 2016. “Implementing Smart Factory of Industrie 4.0 : An Outlook” . *International Journal of Distributed Sensor Networks* 12(01). doi: 10.1155/2016/3159805.
- Watcharapanyawong, K., Sirisoponsilp, S. and Sophatsathit, P. 2011. “A Model of Mass Customization for Engineering Production System Development in Textile and Apparel Industries in Thailand” . *Systems Engineering Procedia*, 2, pp. 382–397. doi: 10.1016/j.sepro.2011.10.052.
- Xiao, X., Shufang, W., Le-jun, Z. and Zhi-yong, F. 2019. “Evaluating of dynamic service matching strategy for social manufacturing in cloud environment” . *Future Generation Computer Systems*. Elsevier B.V., 91, pp. 311–326. doi: 10.1016/j.future.2018.08.028.
- Xiong, G., Member, S., Wang, F., Nyberg, T. R. and Shang, X. 2018. “From Mind to Products : Towards Social Manufacturing and Service” . *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 5(1), pp. 47–57. doi: 10.1109/JAS.2017.7510742.
- Ying, W., Geok, L. and Jia, S. 2018. “Social informatics of intelligent manufacturing ecosystems : A case study of KuteSmart” . *International Journal of Information Management*. Elsevier, 42(May), pp. 102–105. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2018.05.002.
- Zheng, P., Stief, P., Dantan, J., Etienne, A. and Siadat, A. 2018. “Cloud-based approach for smart product personalization” . *Procedia CIRP*. Elsevier B.V., 72, pp. 922–927. doi: 10.1016/j.procir.2018.03.256.
- Zhou, Y., Xiong, G., Nyberg, T., Mohajeri, B. and Bao, S. 2016. “Social Manufacturing Realizing Personalization Production : A state-of-the-art Review” . *2016 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)*. IEEE, pp. 7–11. doi: 10.1109/SOLI.2016.7551653.

Tentang Penulis



Marti Widya Sari adalah mahasiswa program Doktor Teknik Industri pada Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, angkatan 2018, serta sebagai pengajar di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta. Bidang penelitian yang ditekuni antara lain *Social Manufacturing*, *Cyber-Physical System*, dan *Internet of Things*.



Prof. Ir. Alva Edy Tontowi, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., adalah dosen pada Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, sejak tahun 1987. Bidang penelitian yang ditekuni antara lain *Additive Manufacturing*, *Biomaterials*, dan *Product Design*. Salah satu buku yang sudah beliau tulis berjudul *Desain Produk Inovatif dan Inkubasi Bisnis Kompetitif*.



Dr.Eng. Ir. Herianto, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng., adalah dosen pada Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Bidang penelitian yang ditekuni antara lain *Product Design and Development, Robotics and Automation*.



Ir. I Gusti Bagus Budi Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., adalah dosen pada Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Bidang penelitian yang ditekuni antara lain *Manufacturing and Joining Technology, Manufacturing Process and System, Product Design and Development*.

SOCIAL MANUFACTURING

Industri

4.0

untuk Personalisasi Produk:

Studi Kasus Produksi Alat Kesehatan

Social Manufacturing (SM) adalah suatu sistem manufaktur yang dibangun melalui pembentukan komunitas sosial berdasarkan sumber daya bersama, yang dapat melibatkan usaha individu, UMKM, pabrik pintar, gudang penyimpanan dan sebagainya, untuk memproduksi produk sesuai dengan keinginan pelanggan. SM merupakan mode manufaktur baru di mana konsumen terlibat penuh dalam proses produksi melalui internet.

Komunitas *social manufacturing* bertujuan untuk memenuhi semua kebutuhan pelanggan dengan mengelompokkan industri kecil sesuai jenis sumber dayanya sehingga setiap permintaan pelanggan dapat diselesaikan secara bersama-sama. Selain itu, biaya produk dan waktu pengiriman adalah indikator untuk mengalokasikan pemesanan produk pada komunitas *social manufacturing*.

Buku yang terdiri atas sembilan bab ini akan membahas mulai dari dasar-dasar *social manufacturing* hingga penerapannya, seperti dalam produksi alat kesehatan. Oleh sebab itu, buku ini dapat dijadikan referensi bagi pembaca yang memiliki ketertarikan di bidang *social manufacturing*, serta akademisi dan mahasiswa di bidang teknik.

 **BINTANG**
SEMESTA MEDIA

Jl. Kerangsari, Gg. Nakula, Sleman, Yogyakarta 57775
Telepon: (0274) 4398369 WA: 0858 5634 3317
Email: redaksi@bintangpustaka@gmail.com
Website: bintangpustaka.com



ISBN 978-623-8015-45-0



9 786238 015450