

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab 2 ini menjelaskan mengenai tinjauan pustaka dan dasar teori. Tinjauan pustaka menjelaskan jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Sedangkan dasar teori digunakan untuk memperkuat penelitian ini dengan teori yang sudah ada sebelumnya.

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada sub bab 2.1. menjelaskan mengenai tinjauan pustaka. Ada dua penjelasan mengenai tinjauan pustaka ini, yaitu penelitian terdahulu dan penelitian sekarang. Sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa tinjauan pustaka ini meninjau beberapa jurnal penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Kemudian beberapa jurnal yang terpilih akan dijadikan acuan sebagai penelitian yang sekarang ini dilakukan.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu meneliti pentingnya konsep *Industry 4.0* dan *Cloud Manufacturing*. Dasarnya memiliki ide-ide dasar yang berbeda. Hal ini membantu dalam penelitian ini dalam perbedaan *Industry 4.0* dengan *Cloud Manufacturing*. Walaupun dalam program pemerintah menyongsong konsep *Industry 4.0*, penelitian ini lebih mengacu terhadap konsep yang ada pada *Cloud Manufacturing*. Pada *Industry 4.0* memiliki ciri *Cyber-physical system* (CPS) yang tersebar di lingkungan manufaktur. Sedangkan *Cloud Manufacturing* merupakan paradigma bisnis baru berupa layanan dengan konsep dan metode awan atau *cloud* (Liu dan Xu, 2016). Sumber daya manufaktur direalisasikan sebagai layanan *Cloud Manufacturing* untuk mencapai layanan pembuatan layanan internet.

Penelitian terdahulu terhadap *Cloud Manufacturing* menyatakan sejak sumber daya manufaktur dan kemampuan bersamaan melalui internet sebagai layanan, *Cloud Manufacturing* dianggap bermanfaat untuk usaha kecil dan menengah (UKM). Yu, Xu, & Lu (2015) menyatakan dalam penelitiannya bahwa *Cloud Manufacturing* sebagai model untuk memungkinkan akses jaringan dimana-mana, berkumpul, dan sesuai permintaan mengakses kumpulan sumber daya manufaktur yang dapat dikonfigurasi, misalnya perangkat lunak, peralatan, dan kemampuan manufaktur yang dapat dengan cepat ditetapkan dan dirilis dengan

upaya dalam interaksi penyedia layanan. Selain itu pula, *Cloud Manufacturing* telah dilaksanakan dalam industri dimana tampilan *e-commerce*. Contoh dari *Cloud Manufacturing* dalam basis internet yaitu dengan platform *bussiness-to-bussiness* adalah Ponoko.com, Quirky.com, MGF.com, dan Shapeways.com. Dalam penelitian implementasi, platform tersebut sudah menampilkan desain sumber daya manufaktur yang disebutkan yaitu virtualisasi melalui internet dan dengan jaringan *cyber-physical system (CPS)* digunakan dalam *Cloud Manufacturing*.

Penelitian yang dilakukan Lu, dkk (2014) bahwa *Cloud Manufacturing* merupakan gambaran baru dalam model bisnis dengan teknologi baru dalam produksi. Adanya interaksi bisnis yang efektif menggunakan jaringan internet. Adanya sumber daya manufaktur dan kemampuan manufaktur akan divirtualisasikan ke bagian *virtual resourece layer*. Saat konsumen meminta kebutuhannya, proses tersebut akan dilakukan dalam *global service layer* yang sebelumnya melalui proses *application layer* guna antar muka antara pengguna dan sistem. Selain itu, dalam penelitian ini menjelaskan juga proses model bisnis menggunakan sistem *Cloud Manufacturing*.

Menurut Irfan dan Santosa (2015) bahwa sebuah UKM tidak perlu takut untuk menggunakan *cloud computing* karena *cloud computing* membantu UKM lebih mudah dalam menjalankan sistem operasi serta mengurangi biaya operasional. Namun dalam faktor biaya masih menjadi sebuah kendala sebuah UKM untuk mengadopsi *cloud computing* tersebut.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian sekarang merupakan gagasan yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Namun dalam penelitian sekarang akan menjadikan Sentral Kerajinan Kulit Manding sebagai objek dalam penelitian. Sentral Kerajinan Kulit Manding sebagai objek guna menilai dan melihat potensi Sentral Kerajinan Kulit Manding untuk dapat masuk pada era *Cloud Manufacturing*. Oleh karena itu, perlunya mengetahui latar belakang mengenai *Cloud Manufacturing* dan kondisi di Manding saat ini.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Pengertian *Cloud Manufacturing*

Menurut Huang, dkk (2013) dalam penelitiannya *Cloud Manufacturing* adalah modus manufaktur berorientasi layanan baru yang memanfaatkan platform

internet dan layanan untuk mengatur manufaktur sumber daya dan penyedia layanan sesuai tuntutan pelanggan atau keinginan pelanggan.

Pengertian *Cloud Manufacturing* yang dijelaskan oleh Fisher, dkk (2018) bahwa model bisnis manufaktur tingkat lanjut yang berfokus pada masalah yang terkait langsung dengan manufaktur seperti sumber daya dan kolaborasi dalam bentuk awan (*cloud*).

Cloud Manufacturing ini merupakan definisi dari paradigma manufaktur jaringan baru yang mengatur sumber daya manufaktur melalui jaringan sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan konsumen untuk menyediakan berbagai permintaan layanan manufaktur melalui jaringan dan platform layanan awan manufaktur (Liu dan Xu, 2016).

Menurut Li dkk, (2011); Xu (2012); Zhang dkk, (2012) bahwa *Cloud Manufacturing* mengizinkan untuk industri manufaktur mentransformasikan dari produksi-orientasi manufaktur ke layanan-orientasi manufaktur.

Sedangkan *Cloud Manufacturing* dapat diartikan bahwa penerapan manufaktur awan akan memungkinkan pengguna awan untuk meminta layanan manufaktur sesuai dengan permintaan di internet (Wu dkk, 2013).

Pengertian *Cloud Manufacturing* menurut Tao, dkk (2011) bahwa model *Cloud Manufacturing* memiliki model manufaktur komputasi dan berorientasi layanan. Adanya teknologi informasi berbasis komputasi awan, *Internet of Things* (IoT), virtualisasi, teknologi berorientasi layanan, dan teknologi komputasi canggih.

Cloud Manufacturing tidak hanya bisa diadopsi oleh perusahaan besar saja, melainkan dapat diadopsi oleh usaha kecil menengah. Menurut penjelasan dari Huang dkk, (2012) bahwa dampak potensial manufaktur awan terhadap usaha kecil menengah sangat besar.

Tujuan dari *Cloud Manufacturing* adalah mendukung berbagai kolaborasi sumber daya manufaktur yang efisien melalui pengelolaan dan operasi terpusat (Liu dan Xu, 2016).

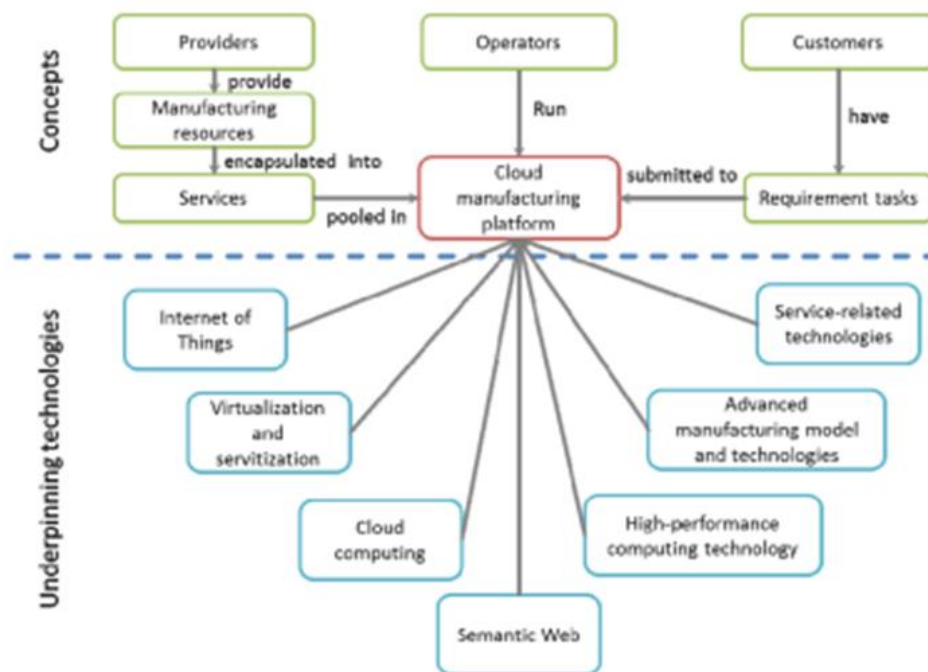
Yu, Xu, & Lu (2015) mengatakan bahwa *Cloud Manufacturing* merupakan sebuah konsep yang memiliki tujuan untuk menawarkan manufaktur berdasarkan dengan permintaan layanan dari jaringan manufaktur sumber daya, yang meniru paradigma layanan awan komputasi (*Cloud Computing*) mempromosikan segala sesuatu sebagai layanan. Dapat dicontohkan layanan tersebut dalam desain

sebagai layanan, simulasi sebagai layanan, produksi sebagai layanan, perakitan sebagai layanan, pengujian sebagai layanan, dan logistik sebagai layanan.

Sedangkan *Cloud Manufacturing* dapat mengubah model bisnis yang berorientasi produksi tradisional menjadi model bisnis yang berorientasi pada layanan. Tidak itu saja, meningkatkan efisiensi manajemen bisnis dan menciptakan jaringan pabrik cerdas dengan mendorong kolaborasi yang efektif (Lu, dkk; 2014).

2.2.2. Konsep dan Karakteristik *Cloud Manufacturing*

Konsep yang digunakan pada *Cloud Manufacturing* adalah layanan dan manufaktur. Menurut Liu dan Xu (2016) terdapat konsep dari *Cloud Manufacturing*.



Gambar 2. 1. Konsep dan Teknologi *Cloud Manufacturing* (Liu dan Xu, 2016)

Berdasarkan Gambar 2.1. konsep tersebut menjelaskan mengenai dua hal yaitu konsep dan teknologi yang digunakan dalam *Cloud Manufacturing*. Pada konsep *Cloud Manufacturing* dijelaskan dalam Gambar 2.1. bahwa penyedia layanan (*providers*) menyuplai sumber daya manufaktur yang akan bertransformasi ke layanan dan dikumpulkan ke dalam platform *Cloud Manufacturing*. *Operators* memperkenalkan sebagai pengelola platform maka kualitas layanan tinggi bisa tersedia dan terjamin. Konsumen bisa menyerahkan kebutuhan ke platform *Cloud Manufacturing*.

Berdasarkan pernyataan dari Liu dan Xu (2016) bahwa produk yang dijual bukan lagi produk yang sering dijual melainkan produk sesuai permintaan konsumen. Permintaan yang dimaksud adalah sesuai apa yang diinginkan konsumen. Jumlah permintaan pembelian tidak perlu dalam jumlah banyak, dengan satu permintaan dari konsumen tetap dilayani. Dalam istilahnya sering disebut *mass production* artinya produksi dalam jumlah banyak. Sedangkan permintaan sekarang dikenal istilah *customizes*.

Sebuah *Cloud Manufacturing* memiliki kriteria yang menunjang lahirnya sebuah *Cloud Manufacturing*. Menurut Liu dan Xu (2016) terdapat beberapa teknologi yang digunakan di *Cloud Manufacturing* yaitu *internet of things*, *virtualization and servitization*, *cloud computing*, *semantic Web*, *high-performance computing technology*, *advanced manufacturing model and technology*, *service-related technologies*. Salah satu pengertian dari teknologi yang ada di *cloud manufacturing* adalah *Internet of things* (IoT) merupakan benda-benda fisik yang dimana tertanam elektronik, perangkat lunak, sensor, aktuator, dan konektivitas jaringan yang memungkinkan benda-benda untuk mengupulkan dan bertukar data. Hal ini memungkinkan perubahan radikal dalam proses bisnis yang ada serta berkontribusi pada pengurangan dalam bentuk kehilangan dan pemborosoan (Rippa & Secundo, 2018).

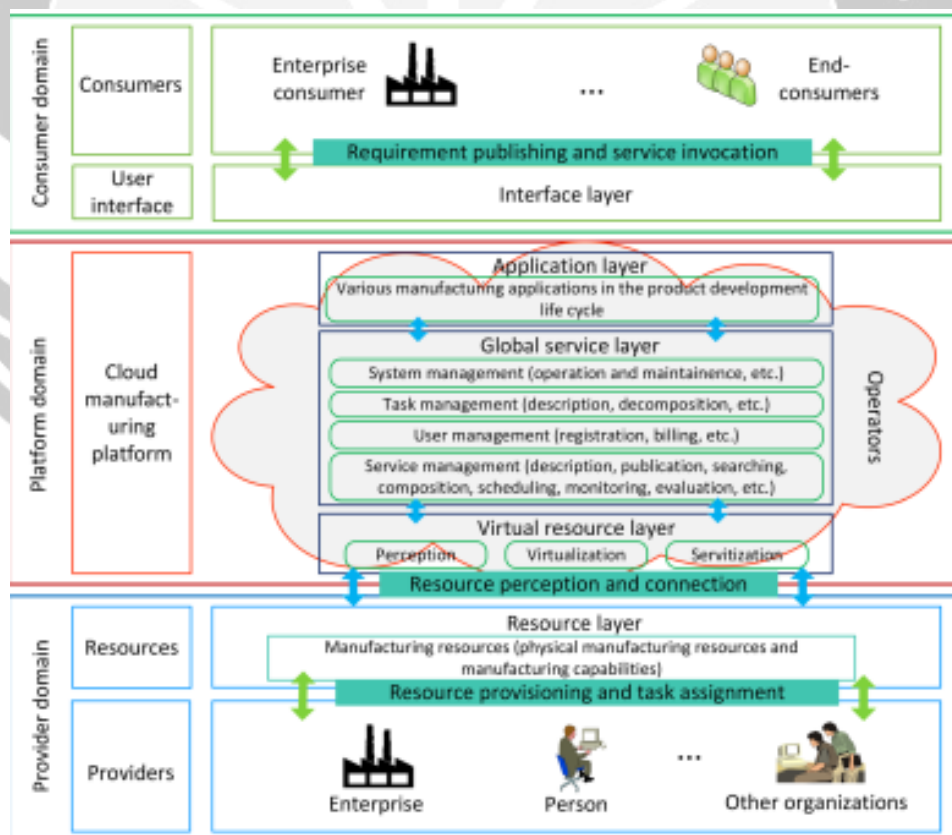
Karakteristik khas *Cloud Manufacturing* menurut Tao, dkk (2011) bahwa ada tujuh karakteristik khas *Cloud Manufacturing*, yaitu:

- a. Kemampuan dan sumber daya manufaktur virtualisasi yang dikemas ke dalam awan manufaktur layanan dapat digunakan oleh semua pengguna sesuai dengan persyaratan yang melalui berbagai internet. Tujuan layanan *Cloud Manufacturing* ini untuk mewujudkan uang bebas dan berbagai kemampuan serta sumber daya manufaktur sesuai dengan kebutuhan pengguna.
- b. Siklus hidup *Cloud Manufacturing* berbasis pengetahuan, yaitu manufaktur sumber daya dan kemampuan persepsi, koneksi, dan virtualisasi, deskripsi layanan *cloud*, alokasi optimal dan penjadwalan, serta manajemen alur kerja bisnis
- c. Sistem *Cloud Manufacturing* memiliki dasar pengetahuan yang secara otomatis menemukan dan mencocokkan satu dengan yang lain dengan dukungan penalaran semantik

- d. Didistribusikan secara fisik dan logis yang dikendalikan oleh orang yang berbeda atau organisasi yang berbeda
- e. Setiap orang atau perusahaan dapat berpartisipasi dan berkontribusi dalam sumber daya manufaktur, kemampuan, dan pengetahuan untuk platform layanan *Cloud Manufacturing*
- f. Dapat membantu perusahaan yang baru untuk melaksanakan tindakan manufaktur tanpa menundanya akibat tidak memiliki perangkat keras (peralatan infrastruktur TI, atau personel) atau perangkat lunak (desain, manajemen, maupun penjualan). Hanya dengan menyewa atau menggunakan sumber daya dan kemampuan platform layanan *Cloud Manufacturing* dapat membantu dengan persyaratan telah melakukan pembayaran

2.2.3. Prinsip *Cloud Manufacturing*

Prinsip yang digunakan dalam *Cloud Manufacturing* yang digunakan sebagai pedoman dalam struktur yang ada di *Cloud Manufacturing*. Berikut adalah model prinsip *Cloud Manufacturing* (Liu dan Xu, 2016):



Gambar 2. 2. Prinsip *Cloud Manufacturing* (Liu dan Xu, 2016)

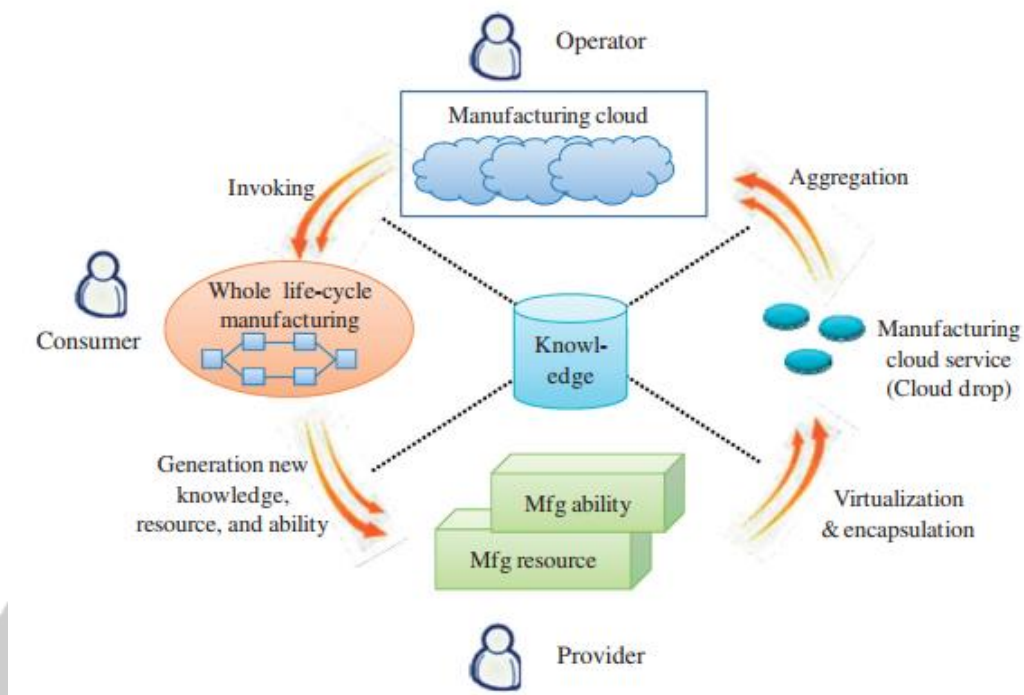
Pada gambar diatas merupakan prinsip yang ada pada *Cloud Manufacturing*. Prinsip tersebut diperlukan dalam mengetahui kondisi ideal penerapan *Cloud Manufacturing*. Kondisi dapat dinyatakan ideal apabila dapat menerapkan ketiga bagian dari masing-masing pengguna.

- a. *Requirement Publishing and Service Invocation* (Penerbitan Kebutuhan dan Permohonan Layanan)
- b. *Reource Perception and Connection* (Persepsi Sumber Daya dan Koneksi)
- c. *Resource Provisioning and Task Assignment* (Ketentuan Sumber Daya dan Penetapan Tugas)

Gambar 2.2 diatas memiliki tiga pengguna (*user*), yaitu konsumen, operator, dan *providers* (penyedia). Hal ini juga disebutkan oleh Fisher, dkk (2018) dan Ren, dkk (2017) bahwa terdapat tiga *user* didalam *Cloud Manufacturing*. Berikut adalah penjelasan mengenai ketiga pengguna:

- a. *Customer domain*, pelanggan *cloud* adalah entitas (sumber wujud) yang membuat penyesuaian permintaan untuk aplikasi apapun dalam siklus produk dan mendapatkan layanan yang kompetitif sesuai dengan permintaan dengan dukungan dari pembuat *cloud*. Pelanggan *cloud* juga menjamin daya saing layanan, seperti tinggi produktivitas, pengurangan biaya, dan inovasi yang diinginkan.
- b. *Platform domain*, dalam Gambar 2.2 menjelaskan bahwa operator bertugas untuk mengoperasikan platform pembuatan *cloud*. Operator akan mengoperasikan permintaan layanan *cloud*, sistem pembayaran, pengiriman layanan, jaringan penyedia layanan *cloud* dan konsumen, serta operator mengelola pemasok.
- c. *Provider domain*, merupakan bagian yang menyediakan kemampuan manufaktur dan sumber daya manufaktur berupa layanan. Pekerjaan didapatkan dengan menyesuaikan platform pembuatan *cloud*. Dalam *provider domain* ini terdapat tiga *provider*, yakni perusahaan, UKM, maupun perseorangan.

Sedangkan, menurut penelitian dari Tao, dkk (2011) bahwa terdapat tiga kategori pengguna *Cloud Manufacturing*, yaitu:



Gambar 2. 3. Gambaran Prinsip Berjalan (Tao; dkk, 2011)

a. Penyedia (*provider*)

Selain penyedia memberikan sumber daya dan kemampuan manufaktur, pelanggan bertanggung jawab dalam seluruh siklus hidup manufaktur karena kemampuan keterlibatan dalam proses tersebut. Penyedia ini dapat berbentuk orang, organisasi, maupun pihak ketiga.

b. Operator

Operator mengelola semua aspek platform yang relevan dengan platform berjalan dan ketentuan layanan (Liu, Y dan Xu, Xun; 2016). Selain itu, operator mempunyai tugas dalam platform *Cloud Manufacturing* untuk memberikan layanan dan fungsi kepada penyedia (*provider*), konsumen (*costumer*), dan pihak ketiga. Selain itu menurut Adamson, dkk (2017) bahwa operator bertanggung jawab untuk menemukan, menggabungkan, mengendalikan, dan mengoordinasikan layanan yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan pelanggan. Sedangkan, tanggung jawab lainnya dalam sistem pengoperasian untuk operasi dan manajemen sistem *Cloud Manufacturing*. Selain itu memberikan dukungan dan fungsi yang diperlukan untuk penyedia (*providers*) dan pelanggan (*consumer*) saat menggunakan platform operator mampu mempertahankan layanan dan teknologi yang diperlukan untuk menjalankan sistem.

c. Pelanggan (*consumer*)

Pelanggan adalah pelanggan layanan manufaktur awan yang tersedia didalam sistem platform *Cloud Manufacturing* layanan dengan pelanggan membeli penggunaan layanan manufaktur awan berdasarkan biaya operasional sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Sedangkan menurut Lu, dkk (2014) bahwa pelanggan meminta layanan dari platform awan.

Platform *Cloud Manufacturing* merupakan sistem *Cloud Manufacturing* yang memungkinkan perusahaan untuk bebas bergabung atau keluar. Dalam arti, bahwa perusahaan atau UKM yang ikut bergabung bebas untuk bergabung dan keluar. Menurut Liu dan Xu (2016) tujuan dari platform manufaktur adalah mendukung penuh dalam berbagi dan kolaborasi sumber daya manufaktur yang efisien melalui pengelolaan dan operasi terpusat. Ide dasar *Cloud Manufacturing* untuk mengintegrasikan dan menghubungkan sumber daya manufaktur dari berbagai perusahaan ke dalam awan (*cloud*). Hal ini menginginkan pembagian dan kolaborasi sumber daya skala besar dapat direalisasikan dalam bentuk layanan dan komposisinya. Metode pembagian dalam *cloud* ini memiliki keuntungan yaitu fleksibilitas finansial, kelincahan dalam berbisnis, dan akses yang mudah terhadap inovasi. Berikut adalah penjelasan Gambar 2.2:

a. Pengertian *Customer Domain*



Gambar 2. 4. Peran Bisnis Lu, dkk (2014)

Pada Gambar 2.4 adalah peran bisnis yang diperankan oleh pelanggan (*customer*) dan penyedia layanan (*service providers*). Pelanggan (*customer*) melakukan permintaan melalui *cloud* yang diterima oleh bagian penyedia layanan (*service providers*) untuk menerima pesanan dari pelanggan. Setelah penyedia layanan melakukan operasi sesuai pesanan akan memberikan ke *cloud* untuk mengalihkan ke sumber daya di *cloud*. Sebuah perusahaan dapat dijadikan pelanggan dan penyedia layanan, karena perusahaan bisa menjual dan membeli produk.

Kemudian setelah dilakukan pengolahan sumber daya di *cloud* akan diterima sebuah layanan ke pelanggan (Lu, dkk; 2014) .

b. Pengertian *User Interface*

Pada Gambar 2.2 terdapat bagian pelanggan (*consumers*) meliputi lapisan antarmuka (*interface layer*) dengan maksud bagian tersebut merupakan penerbitan permintaan dan persyaratan, serta layanan pencarian. Menurut Adamson, dkk (2017) bahwa lapisan antarmuka ada untuk pelanggan lebih mudah dalam menjelajahi layanan yang tersedia di dalam platform dan mempublikasikan persyaratan dan permintaan pelanggan. Lapisan antarmuka ini juga ada karena adanya pemilihan manual dan kombinasi sumber daya atau layanan yang tersedia serta solusi yang disarankan oleh *cloud* yang dihasilkan secara otomatis.

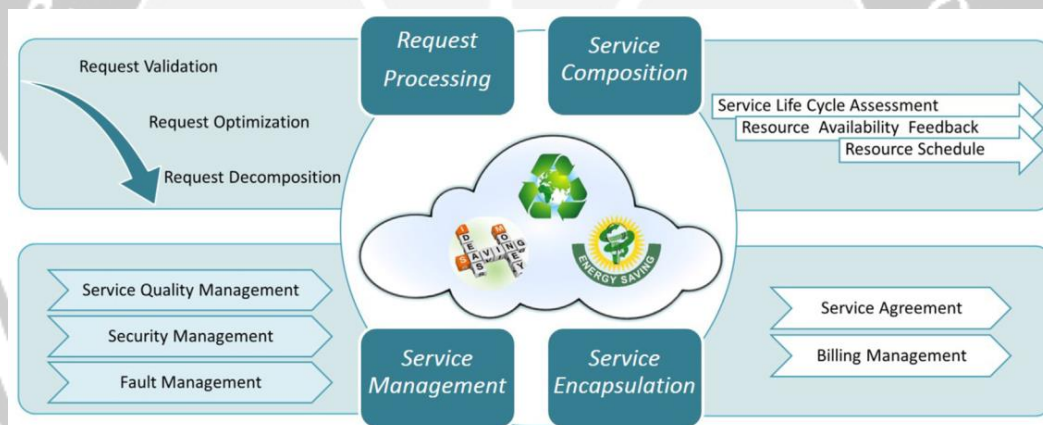
Pada *user interface* ini mengetahui tiga jenis portal yang disajikan untuk *provider cloud*, *consumer*, dan *operators*. Saat menggunakan platform tersebut akan dipahami oleh bagian *user interface* dengan maksud dan tujuan pengguna, sehingga secara otomatis merekomendasikan kepada pengguna konten yang mungkin berguna. Lapisan *user interface* ini memberikan dukungan bagi pengguna akhir untuk mengakses platform dengan menggunakan beragam peralatan seperti komputer maupun ponsel pintar (*smartphone*) karena kegunaannya dapat diakses dimana saja (Ren, dkk; 2015).

c. Pengertian *Application Layer*

Lapisan aplikasi (*application layer*) adalah lapisan antarmuka antara pengguna (*user*) dan sistem atau sumber daya awan manufaktur (*manufacturing cloud resources*) (Xu, 2012). Adanya permintaan layanan karena tempat layanan untuk mempermudah pelanggan. Untuk penyedia layanan (*providers*) bahwa lapisan aplikasi menyediakan antarmuka khusus untuk manajemen sumber daya manufaktur. Kemudian, informasi yang dipilih ditransmisikan ke penyedia layanan seperti sumber daya beban kerja, perkiraan pasar, saran (peningkatan layanan), dan umpan balik dari pelanggan (Lu, dkk; 2014). Sedangkan menurut Zhang, dkk (2014) lapisan aplikasi *Cloud Manufacturing* berorientasi diberbagai bidang dan industri manufaktur yang menyediakan antarmuka aplikasi spesifik yang berbeda dan peralatan interaksi yang berkaitan, serta pengguna yang berbeda dapat mengakses dan menggunakan layanan *Cloud Manufacturing* sesuai dengan permintaan.

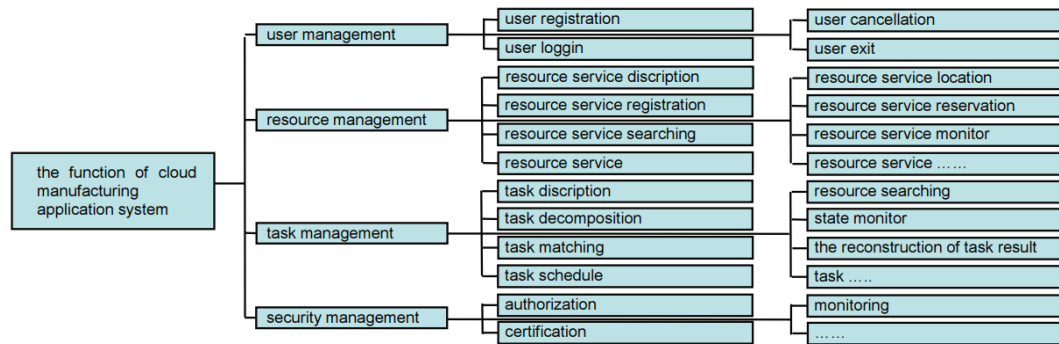
d. Pengertian *Global Service Layer*

Global service layer sebuah modul layanan lengkap yang bertanggung jawab penuh dengan seluruh kegiatan operasional. Tanggung jawab utamanya adalah menemukan, mengalokasikan, menghitung biaya, dan pemantauan jarak jauh sumber daya manufaktur (Xu, 2012). Pada Gambar 2.2 bahwa lapisan layanan global mencakup manajemen sistem (*system management*) (operasi (*operation*) dan pemeliharaan (*maintenance*)), manajemen tugas (*task management*) (*description, decomposition*), manajemen pengguna (*user management*) (*registration, billing*), dan manajemen layanan (*service management*) (*description, publication, searching, composition, scheduling, monitoring, evaluation*). Keempat cakupan tersebut mempunyai perannya masing-masing untuk merealisasikan sistem yang berjalan pada saat permintaan dari konsumen berjalan. Menurut penjelasan Lu, dkk (2014) dilihat dari gambar 2.5 adalah pengelompokkan yang ada di *global service layer*:



Gambar 2. 5. Fungsi Utama dari Global Service Layer (Lu, dkk; 2014)

Pada Gambar 2.6 memperlihatkan bahwa pada bagian *global service layer* (Gambar 2.2) *user management* terdapat *registration* dan *billing*, sedangkan yang dijelaskan pada Gambar 2.6 pada *user management* dibagi menjadi *user registration* dan *user log in* yang membantu pengguna (*user*) untuk membatalkan pesanan maupun keluar dari layanan yang sedang berjalan. Bagian *task management* pada Gambar 2.6 memperlihatkan bahwa bagian dari *task management* adalah *task description*, *task decomposition*, *task matching*, dan *task schedule*.



Gambar 2. 6. Fungsi Struktur dari *Cloud Manufacturing* (Lv, 2012)

e. Pengertian *Virtual Resource Layer*

Lapisan sumber daya virtual adalah kumpulan sumber daya logika virtual abstrak dari sumber daya fisik yang mendasari (Lu, dkk; 2014). *Virtual resource layer* ini berfungsi untuk mengidentifikasi sumber daya manufaktur, memvirtualisasikan, dan memantau statusnya secara nyata (*real-time*). Pada saat ada permintaan mengenai informasi sumber daya dan status ketersediaan akan dikirim ke *Global Service Layer*. Kegunaan *virtual resource layer* diperlukan untuk merasakan sumber daya manufaktur dan mengubah sumber daya fisik menjadi sumber daya virtual dilapisan virtual. Gambar 2.2 menyebutkan bahwa ada tiga bagian dari *virtual resource layer*, yaitu *perception*, *virtulatizion* dan *servitization*. Berikut adalah penjelasannya menurut Tao, dkk (2011) menurut Gambar 2.7:

i. ***Perception* (persepsi)**

Persepsi ini bertanggung jawab untuk menghubungkan kemampuan dan sumber daya manufaktur supaya bisa terhubung ke jaringan yang lebih luas dari dalam pengolahan data maupun informasi yang terkait.

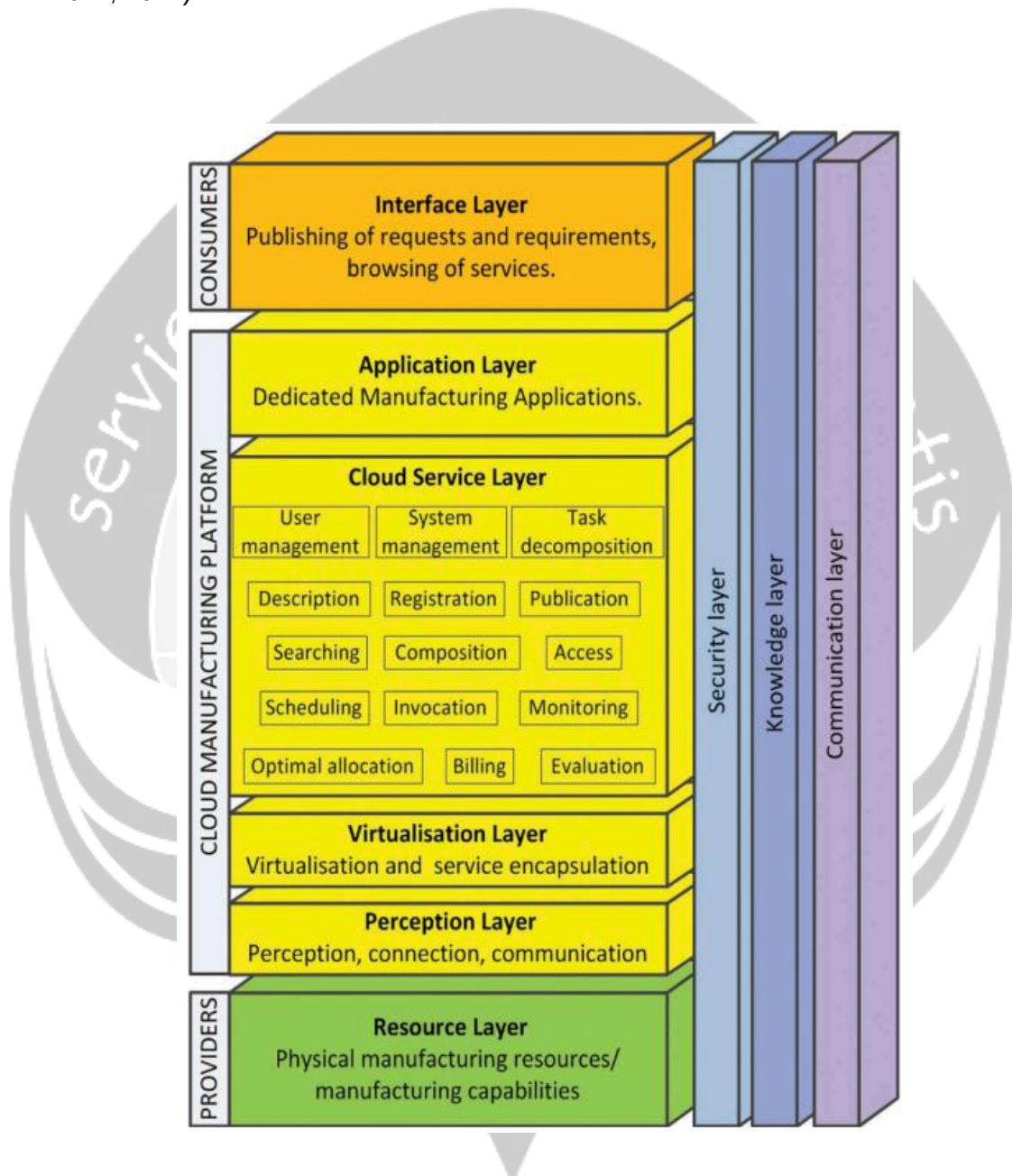
ii. ***Virtualization* (Virtualisasi)**

Bertanggung jawab untuk virtualisasi sumber daya dan kemampuan manufaktur untuk merangkupnya ke dalam layanan *Cloud Manufacturing*.

iii. ***Servitization* (Sertivisasi)**

Deskripsi abstrak mengenai kemampuan manufaktur untuk standar layanan awan menurut spesifikasi. Menurut L. Zhang, dkk (2014) bahwa kerangka *sertivization* sumber daya manufaktur yang diusulkan adalah persepsi, virtualisasi, dan pendaftaran layanan, serta lapisan penerbitan. Misal dalam sertivisasi pada antarmuka layanan untuk mengkonversi berbagai jenis data ke data informasi

terpadu dan memberikan dukungan untuk layanan *website*. Seorang pengguna dapat mendaftarkan layanan dengan menggunakan fungsi registrasi layanan dan pencarian layanan terutama bertanggung jawab untuk mencocokkan dan mencari layanan yang diperlukan untuk pengguna serta persyaratan yang berbeda (Fei Tao dkk, 2014).



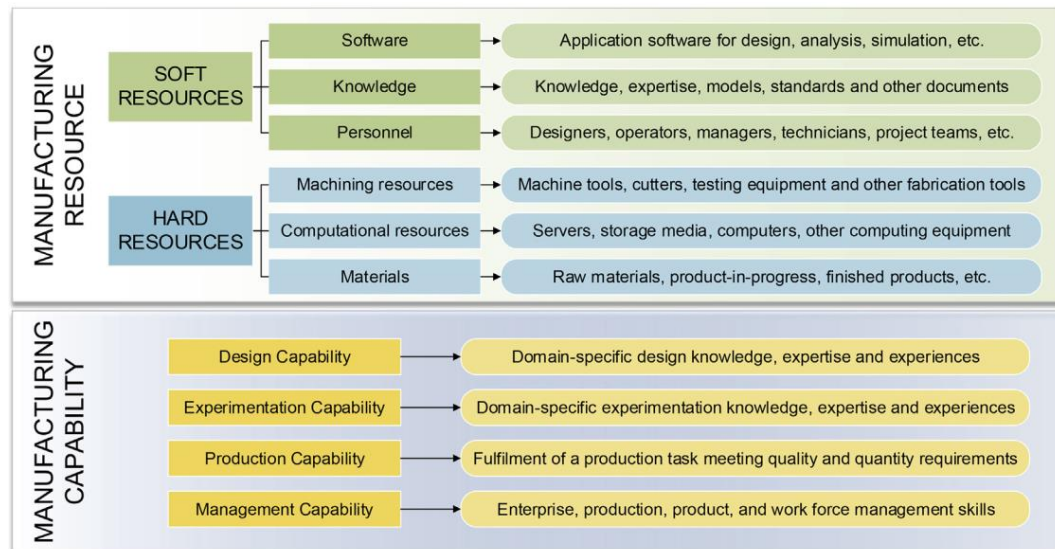
Gambar 2. 7. Konsep Arsitektur Cloud Manufacturing (Adamson, dkk; 2017)

Gambar 2.7 memperlihatkan bahwa lapisan virtualisasi adalah lapisan yang memvirtualisasikan sumber daya dan kemampuan manufaktur ke dalam bentuk layanan awan yang saling terhubung, kemudian membentuk jaringan layanan.

Lapisan virtualisasi ini pada Gambar 2.2 termasuk dalam *virtual resource layer*. Lapisan persepsi (*perception layer*) berguna untuk mendeteksi persepsi yang ada di lapisan sumber daya (*resource layer*) yang berisikan persepsi mengenai sumber daya manufaktur fisik dan kemampuan manufaktur yang terhubung dengan jaringan luas. Kemudian lapisan persepsi ini dapat mengelola data menjadi informasi dengan bantuan teknologi inti, seperti *Internet of things* (IoT), dan lainnya.

f. Pengertian Resource Layer

Resource layer menurut Adamson, dkk (2017) bahwa sumber daya dan kemampuan manufaktur yang berbeda untuk siklus hidup manufaktur lengkap yang dipasok oleh penyedia yang berbeda. Gambar 2.2 adalah *resource layer* yang mencakup *manufacturing resources*, yaitu sumber daya manufaktur fisik dan kemampuan manufaktur. Kemampuan manufaktur adalah sumber daya tak berwujud dan dinamis yang mewakili kemampuan organisasi dalam melakukan operasi khusus dengan kompetensi (Liu dan Xu, 2016). Menurut Tao, dkk (2011) bahwa *manufacturing resources* (sumber daya manufaktur) mendukung kegiatan dalam siklus kehidupan produk. Sama seperti yang dijelaskan oleh Liu dan Xu (2016) bahwa ada dua tipe dasar sumber manufaktur, yaitu sumber daya keras (perangkat keras IT) dan lunak (data, informasi, dan perangkat lunak). Sedangkan menurut Lu, dkk (2014) Gambar 2.7 bahwa sumber daya manufaktur (*manufacturing resource*) terdapat dua tipe, yaitu sumber daya lembut dan keras. Sumber daya lembut terdiri dari perangkat lunak, pengetahuan, karyawan, dan lain-lain. Sedangkan sumber daya keras lebih menunjukan pada fasilitas yang penting untuk proses produksi. Kedua adalah kemampuan manufaktur (*manufacturing capability*) yang mencakup desain, kemampuan eksperimen, kemampuan produksi, dan kemampuan manajemen. Berikut adalah gambaran *resource layer* menurut Lu, dkk (2014):



Gambar 2. 8. Resource Layer (Lu, dkk; 2014)

2.2.4. Keuntungan *Cloud Manufacturing*

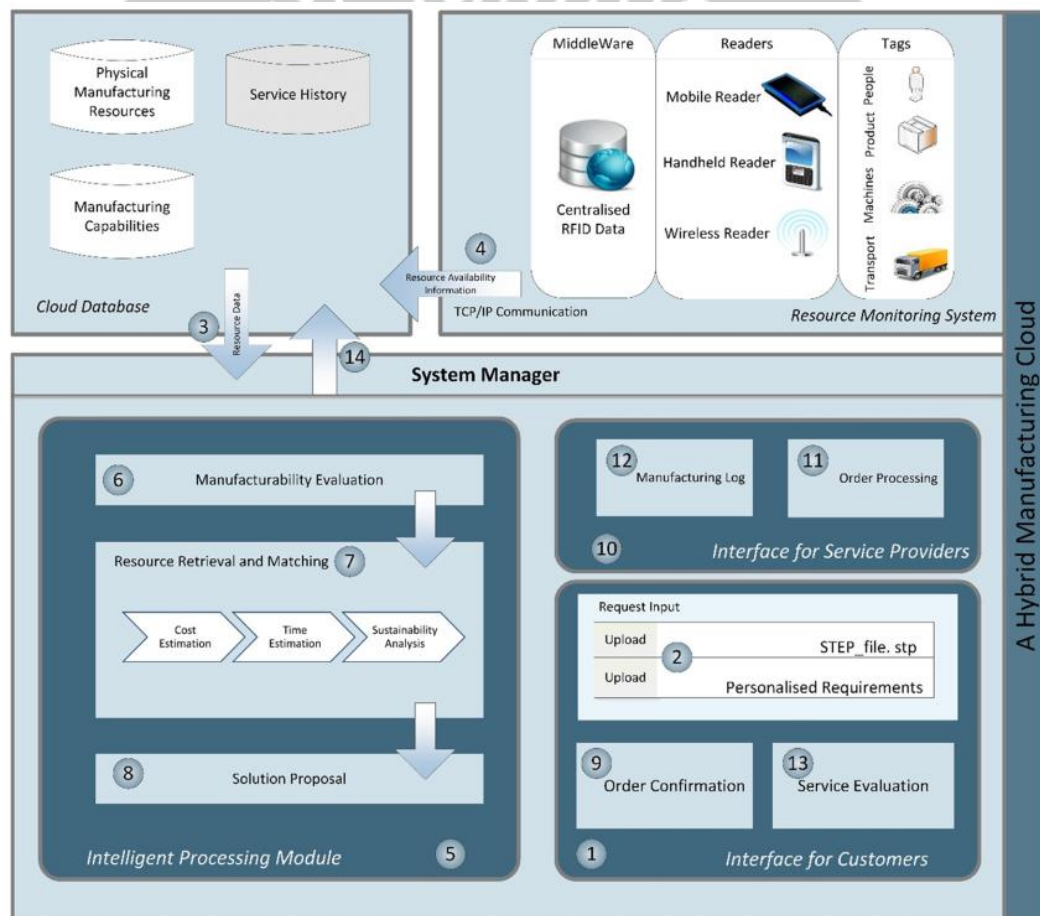
Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tao, dkk (2011) bahwa penerapan *Cloud Manufacturing* memiliki keuntungan. Berikut adalah enam keuntungan dari menerapkan *Cloud Manufacturing*:

- Dapat mengurangi kapasitas menganggur dan meningkatkan pemanfaatan sumber daya.
- Dapat mengurangi investasi awal dan menurunkan biaya masuk untuk usaha kecil dan menengah (UKM) yang berusaha untuk mendapatkan keuntungan sumber daya manufaktur dengan nilai tinggi
- Dapat menyebabkan penurunan infrastruktur, biaya administrasi, dan hemat energi
- Cloud Manufacturing* lebih mudah untuk perusahaan manufaktur skala besar maupun kecil untuk produksi dan bisnis yang sesuai dengan permintaan konsumen
- Cloud Manufacturing* dapat menghasilkan jenis dan kelas bisnis manufaktur baru dan memberikan layanan manufaktur yang belum ada sebelumnya, seperti mfg.com
- Hal ini dapat mengoptimalkan distribusi industri dan mempercepat transformasi dari model produksi terdistribusi dan konsumsi energi tinggi ke model manufaktur yang terpusat, sumber daya dan ramah lingkungan, dan dari manufaktur yang berorientasi produksi ke manufaktur berorientasi layanan. Selain itu, dapat mempromosikan divisi spesialisasi manufaktur, karena di

bawah lingkungan CMfg (*Cloud Manufacturing*), perusahaan tidak perlu melakukan semua kegiatan yang terlibat dalam seluruh siklus hidup manufaktur, mereka hanya perlu menekankan bisnis inti dan layanan mereka, bahkan jika itu adalah bagian yang sangat kecil

2.2.5. Proses Bisnis *Cloud Manufacturing*

Pada Gambar 2.9 merupakan gambaran proses bisnis dari sistem *Cloud Manufacturing*. Proses bisnis ini terdapat empat langkah proses dari pelanggan atau konsumen input hingga kembali lagi ke pelanggan/konsumen.



Gambar 2. 9. Proses Bisnis (Lu, dkk; 2014)

Berikut adalah empat belas langkah proses bisnis (Lu, dkk; 2014):

- Pelanggan dirancang untuk berinteraksi dengan platform
- Melalui antarmuka pelanggan, permintaan disesuaikan persyaratan di *upload* ke platform
- Just in time* sumber informasi disampaikan kepada manajer sistem

- d. Sumber informasi yang digunakan untuk menyediakan akurat situs lingkungan untuk sistem (seperti ketersediaan sumber daya informasi yang dikumpulkan oleh *real-time* sistem pemantauan)
- e. Saat semua informasi yang diperoleh modul pengolahan cerdas (PHT)
- f. Mulai analisis permintaan
- g. Kemudian setelah dianalisis melakukan pengambilan sumber daya, pencocokan, dan penyediaan layanan. Menawarkan analisis yang komprehensif untuk layanan permintaan dengan membandingkan permintaan layanan baru dengan data historis. Mendeteksi permintaan layanan yang berada di luar kemampuan sistem, sehingga permintaan layanan yang tidak masuk akal sudah teridentifikasi dari awal. Kemudian baru dilakukan biaya estimasi, estimasi waktu pengiriman, dan analisis lainnya dalam pengambilan sumber daya
- h. Melakukan solusi untuk proposal yang diajukan (step ke-8 pada Gambar 2.9)
- i. Konfirmasi pesanan dari pelanggan
- j. Langkah ke-10 adalah antarmuka untuk penyedia layanan untuk memberi informasi pesanan
- k. Setelah konsumen melakukan konfirmasi pesanan akan diproses oleh penyedia (*provider*) layanan yang dipilih
- l. Setelah proses manufaktur segala bentuk kegiatan manufaktur, seperti waktu, penggunaan sumber daya, dan konsumsi energi. Setelah transaksi selesai, pelanggan bisa melakukan evaluasi layanan
- m. Setelah transaksi layanan komplit, pelanggan bisa mengisi evaluasi layanan.
- n. Informasi tersebut dan log manufaktur akan secara otomatis disinkronkan ke database *cloud* untuk perbaikan layanan

2.2.6. Metode Penelitian

Menurut Prof. Dr. Sugiyono (2018) dalam macam-macam metode penelitian terdapat dua tipe, yaitu:

a. Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif merupakan metode tradisional. Dimana landasan dari metode ini ada terdapat pada filsafat positif yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menggambarkan dan menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

b. Metode Kualitatif

Metode kualitatif merupakan metode yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah dimana peneliti sebagai instrument kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara tritunggal. Analisa data bersifat kualitatif dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan pemahaman makna dari pada generalisasi.

2.2.7. Diagram T-Matrix

Menurut Nayatani, dkk (1994) bahwa diagram matriks juga dapat digunakan untuk mengklarifikasi perbedaan antara kelompok fenomena yang saling terkait, penyebab, dan penanggulangan. Diagram matriks berbentuk T adalah tipe terbaik tiga fenomena yang terkait. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah membuat diagram T-matrix:

- a. Langkah 1: tulis penyebab utama dari diagram relasi pada label perekat diri. ini adalah fenomena untuk T-matrix.
- b. Langkah 2: tinjau penyebab tingkat akhir dari diagram relasi, tentukan yang perlu dihilangkan, dan tulis ini pada label perekat diri. ini adalah penyebab untuk T-matrix.
- c. Langkah 3: mengambil sarana tingkat akhir dari iklan diagram pohon tulis ini pada label perekat diri. ini adalah penanggulangan untuk T-matrix.
- d. Langkah 4: gambar sumbu vertikal dan horizontal pada selembar kertas besar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10.
- e. Langkah 5: beri label pada fenomena sumbu vertikal atas, sumbu vertikal bawah, penanggulangan, dan sumbu horizontal adalah penyebab.
- f. Langkah 6: mengatur fenomena, penyebab, dan label penanggulangan di sepanjang sumbu masing-masing.
- g. Langkah 7: Tinjau kembali fenomena, penyebab, dan penanggulangan label dan atur ulang urutannya sesuai dengan kepentingan relatifnya, frekuensi kejadian, atau kriteria lainnya, lalu beri mereka ke lembaran.
- h. Langkah 8: dalam langkah-langkah berikut, gunakan simbol yang ditunjukkan di bawah ini untuk menunjukkan kekuatan hubungan di setiap persimpangan matriks.

☐ = sangat terkait

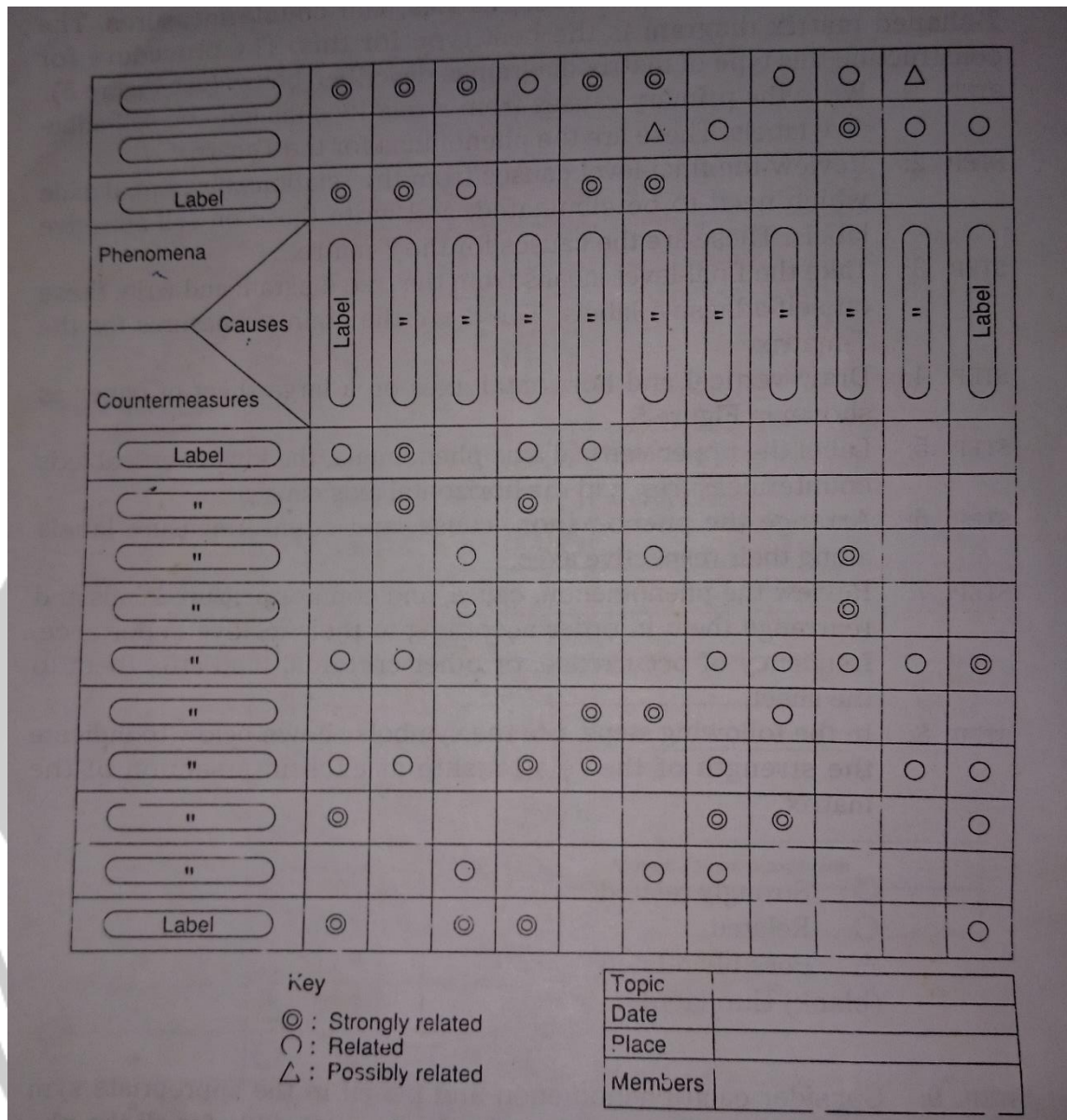
△ = terkait

⊙ = mungkin terkait

Kosong = tidak terkait

- i. Langkah 9: Pertimbangkan setiap fenomenal dan pensil dalam simbol yang sesuai di persimpangan dengan masing-masing penyebab. lakukan ini untuk semua simpang sebab-fenomena.
- j. Langkah 10: demikian pula, pertimbangkan setiap penyebab dan pensil dalam simbol yang sesuai di persimpangan dengan setiap tindakan balasan. lakukan ini untuk semua persimpangan penyebab-penanggulangan.
- k. Langkah 11: pertimbangkan setiap tindakan balasan secara bergantian dan periksa simbol di persimpangan dengan setiap penyebab, mengubah simbol jika perlu. lakukan hal yang sama untuk setiap pasangan penyebab-fenomena.
- l. Langkah 12: Tinta simbol dan catat topik, kelompokkan nama anggota, dan informasi lainnya.





Gambar 2. 10. Diagram T-Matrix (Nayatani, dkk (1994))