

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Filsafat Desain Produk

2.1.1. Kajian Ontologi

Kajian ontologi berperan besar dalam ilmu keteknikan. Ontologi di dalam ilmu teknik bertujuan untuk memberikan komponen standar dalam merancang sebuah model. Dengan menggunakan ontologi dalam keteknikan bisa membantu dalam membuat konsep, menelurkan hipotesa dan asumsi, serta langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah menggunakan ilmu pengetahuan.

Landasan ontologi dalam penelitian Optimasi Pembuatan CFb Dengan Metode *Central Composite Design* adalah penemuan material baru. Penelitian ini merupakan penelitian multidisiplin yang menggabungkan ilmu *material science*, proses manufaktur, dan analisis biaya. Dalam konteks *material science*, ontologi dapat melibatkan pemahaman tentang sifat esensial material, seperti struktur atomik, komposisi kimia, dan hubungan antara struktur dan sifat material. Sedangkan dalam proses manufaktur, ontologi dapat melibatkan pemahaman tentang sifat-sifat ontologis dari proses-proses yang terlibat dalam produksi dan pembuatan produk.

2.1.2. Kajian Epistemologi

Landasan epistemologi dalam penelitian ini berkaitan dengan prosedur yang digunakan dalam menyelesaikan masalah. Dalam penelitian ini tujuan ditentukan berdasarkan rumusan masalah sebagai berikut: (1) Menentukan komposisi ideal *raw material* untuk membuat *cocofiber fiberboard* dan melakukan pengujian yang berstandar JIS dan SNI. (2) Menemukan komposisi campuran perekat *urea formaldehyde* yang menggunakan polisakarida alami. (3) Menentukan harga pokok produksi produksi *cocofiber fiberboard* berbasis sabut kelapa menggunakan *activity based costing*. Dan membuat *fra mework business analytics* untuk peluang pengembangan strategi papan partikel.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Untuk menentukan komposisi *raw material* digunakan metode *central composite design* sebagai alternatif *full factorial design*. Objek penelitian ini adalah serat sabut kelapa dengan perekat berbasis tannin dan lignin. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengujian seperti: *thickness swelling*, *density*, *water content*,

flexural strength, *tensile strength* dan *modulus of elasticity*. Untuk mendapatkan respons eksperimen digunakan analisis respon permukaan dalam mendapatkan komposisi material yang optimum. Dan terakhir melakukan analisa *activity based costing* untuk menghitung biaya pokok produksi.

2.1.3. Kajian Aksiologi

Landasan aksiologi dalam penelitian ini merupakan hasil dari penelitian yang akan dicapai yang terdiri atas:

a. Nilai inovasi

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan nilai inovasi yang nyata di mana terdapat diversifikasi penggunaan dari material ini. Diversifikasi penggunaan serat sabut kelapa membuka peluang baru dalam berbagai industri dan membantu mengurangi ketergantungan pada bahan baku yang kurang berkelanjutan serta laju deforestasi.

b. Nilai sosial-ekonomi

Pemanfaatan serat sabut kelapa sebagai bahan baku memiliki keuntungan dalam hal keberlanjutan. Serat sabut kelapa merupakan bahan alami dan dapat diperbaharui yang berasal dari sumber yang melimpah, yakni kelapa. Selain itu pemanfaatan material ini akan menciptakan peluang ekonomi bagi komunitas lokal, terutama pada daerah yang memiliki pasokan buah kelapa yang melimpah. Dengan memanfaatkan serat sabut kelapa secara berkelanjutan, dapat menciptakan pola ekonomi yang inklusif, melindungi lingkungan, dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat di sekitar pengolahan kelapa.

c. Nilai dampak lingkungan

Produk yang menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan baku umumnya memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan produk yang menggunakan bahan-bahan sintetis atau bahan-bahan yang lebih merusak lingkungan. Jenis perkebunan buah kelapa yang memanfaatkan halaman rumah, sawah, dan pantai merupakan keuntungan yang tidak dimiliki oleh kayu produksi. Kayu produksi memerlukan lahan tersendiri yang tentunya jika akan meningkatkan laju deforestasi serta keanekaragaman hayati dari suatu wilayah perkebunan.

2.2. Tinjauan Pustaka

2.2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengembangkan sabut kelapa menjadi alternatif dalam produksi *fiberboard* dan *particleboard* (Hasan et al., 2021; Narciso et al., 2021; Pugazhenthir & Anand, 2021; Segovia et al., 2020). Akan tetapi, penelitian berfokus pada kekuatan mekanis dari serat sabut kelapa dengan menggunakan perekat *phenol-formaldehyde*. Perekat *phenol-formaldehyde* adalah perekat sintetis yang merupakan produk turunan dari pengolahan minyak bumi, selain itu perekat tersebut juga memiliki bahaya tersendiri yaitu karsinogenik jika terpapar dalam jangka panjang (Hussin et al., 2022). Salah satu upaya yang dapat digunakan dalam mengurangi ketergantungan terhadap produk berbahan kayu adalah mengganti material *particleboard* dan perekatnya dengan bahan alami yang ramah lingkungan.

Sabut kelapa telah dimanfaatkan sebagai media tanam dan perabotan rumah tangga, pemanfaatan tersebut sudah dilakukan sejak lama dan dijual di pasar nasional. Sedangkan untuk kebutuhan ekspor sabut kelapa diekspor dalam kondisi *raw material* atau setengah jadi berbentuk *cocopeat* yang sudah dicacah untuk diproses di negara tujuan (Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2022). Maka diperlukan upaya untuk meningkatkan pemanfaatan dan nilai jual dari sabut kelapa dan pelepah kelapa menjadi barang yang memiliki nilai fungsional yang lebih tinggi seperti *medium density fiberboard*.

Setiap serat alam memiliki karakteristiknya sendiri, berikut merupakan karakteristik yang terdapat dalam serat alam non-kayu.

Tabel 2.1. Karakteristik Serat Alam

No	Parameter	Ampas Tebu	Tongkol Jagung	Kulit Durian	Serabut Kelapa	Sekam Padi
1	Kepadatan (g/cm ³)	0.64	0.60	0.66	0.63	0.59
2	Kelembapan (%)	7.97	7.70	7.92	8.21	7.69
3	Serapan Air 2J (%)	52.77	60.13	70.25	90.79	90.24
4	Serapan Air 24J (%)	77.26	81.10	89.82	99.16	97.44
5	TS 2J (%)	6.81	8.51	8.80	13.51	12.90
6	TS 24J (%)	12.56	17.20	24.24	34.90	30.69

iswanto et al (2021)

Berdasarkan Tabel 2.1 diantara serat alam non-kayu yang lain tingkat kepadatan (g/cm³) sabut kelapa termasuk dalam golongan tinggi sehingga dapat digunakan dalam pembuatan *fiberboard/particleboard*. Tingkat kepadatan merupakan salah satu

parameter dalam standarisasi *medium density fiberboard*, dalam JIS A 5908 (2003) kepadatan yang harus dicapai adalah 0,40-0,90 g/cm³.

Penelitian sebelumnya telah menguji penggunaan perekat berbahan dasar alami yang ramah lingkungan dalam pembuatan *fiberboard/particleboard* (Arias et al., 2022; Jorge et al., 2021; Lee et al., 2021; Owodunni et al., 2020; Yano et al., 2020). Akan tetapi, pengujian hanya didasarkan kepada potensi dan kekuatan mekanis dari berbagai bahan tannin yang diuji coba. Belum ada penelitian yang membahas mengenai penerapan proses manufaktur *fiberboard/particleboard* yang berbahan dasar serat sabut kelapa yang dicampur pelepah kelapa dan menggunakan perekat alami berbasis tannin. Metode *central composite design* dan analisis respons permukaan akan digunakan dalam penelitian ini, metode tersebut digunakan peneliti untuk mendapatkan respon yang optimal dari proses manufaktur *fiberboard/particleboard*. Pada penelitian (Karim et al., 2022) yang membandingkan penggunaan perekat sintetis dengan perekat berbahan dasar alami. Hasilnya kekuatan perekat berbahan dasar tannin memiliki performansi yang lebih baik jika dibandingkan perekat berbahan dasar *phenol-formaldehyde*, akan tetapi penelitian tersebut diterapkan pada *plywood* yang memakai bahan dasar kayu. Selain itu menggabungkan *urea-formaldehyde* dengan tannin dapat mengurangi emisi dari *formaldehyde*, mempercepat reaksi, dan memperkuat kekuatan mekanis dari *particleboard* (Xu et al., 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya diketahui bahwa potensi tannin menjadi pengganti *formaldehyde* sebagai perekat akan diuji kelayakannya melalui penelitian ini.

Suhu *hot press* menggunakan *hydraulic press* juga mempengaruhi kualitas dari *fiberboard/ particleboard* yang dihasilkan (Kusumah et al., 2017). Hasil dari penelitian yang dilakukan pada proses pembuatan *fiberboard/particleboard* dengan bahan kayu menunjukkan bahwa suhu 160-200° C merupakan suhu optimum dalam manufaktur. Penggunaan bahan dasar kayu dalam penelitian membuktikan masih terdapat peluang dalam penerapannya pada serat sabut kelapa dan perekat berbahan dasar tannin.

Penggunaan *central composite design* (CCD) dan analisis respon permukaan pernah dilakukan dalam penelitian *fiberboard/particleboard* sebelumnya (Lubis et al., 2018; Nasir et al., 2017; Nazerian et al., 2018; Nwobi-Okoye et al., 2020). Penggunaan CCD dalam *design of experiments* sangat berguna karena efisien dalam menentukan jumlah eksperimen. CCD mengkombinasikan 2^k *full factorial design* dengan paling tidak satu variabel dependent di eksperimen yang dilakukan, yang memungkinkan estimasi

persamaan polynomial kedua. Penggunaannya memungkinkan pemodelan linier dan kuadratik untuk menjelaskan korelasi antar variabel independent yang diamati. Metode ini merupakan alternatif dari 3^k *full factorial design* karena jumlah eksperimen yang dilakukan lebih sedikit dengan hasil yang tidak jauh signifikan, CCD memiliki tiga titik utama yaitu: *edge point*, *star point*, *centre point*.

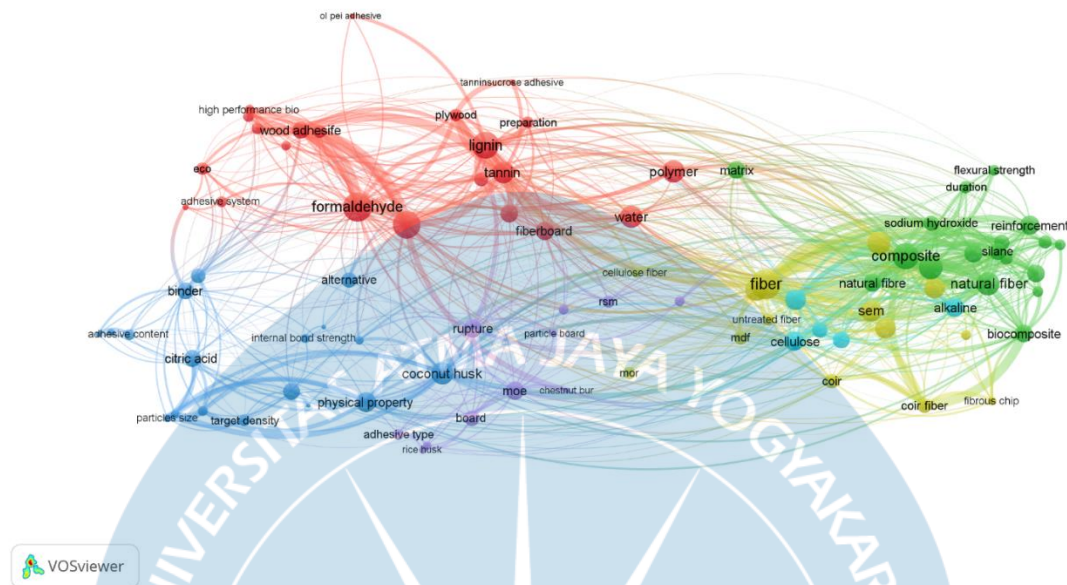
Penentuan metodologi dalam rekayasa desain seringkali dianggap sebagai sebuah kesulitan. Metode *full factorial* seringkali dipilih karena dapat mengakomodir seluruh kombinasi eksperimen. Pemilihan metode *full factorial* bisa dilakukan ketika peneliti membutuhkan hasil eksperimen yang akurat di berbagai kondisi dan ketika respon eksperimen seringkali berubah. Pendekatan ini membutuhkan eksperimen yang banyak karena jumlah eksperimen meningkat seiring dengan penambahan faktor. Lebih jauh lagi, interpretasi data sulit dan seringkali berulang. Maka penerapannya di dunia keteknikan seringkali dihindari karena peneliti keteknikan lebih melihat trend dan bagaimana faktor dapat mempengaruhi respon. Maka, pemilihan metode CCD di analisis respon permukaan merupakan cara yang efisien untuk melakukan eksperimen dalam mempelajari faktor dan respon. Berdasarkan uraian di atas, kombinasi penggunaan tannin, komposisi sabut kelapa, dan suhu *hot press* akan diteliti menggunakan CCD dan analisis respon permukaan. Dengan tujuan utama memperoleh komposisi yang optimum dan memenuhi standar JIS A 5908 dan SNI 03-2105-2006.

2.2.2. Analisis Bibliometrik dan Research Gap

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian mengenai penerapan serat sabut kelapa bisa dibagi menjadi beberapa topik sesuai dengan Gambar 2.1 Topik tersebut adalah: penggunaan bahan perekat, bahan mentah, sifat mekanis, dan jenis komposit. Penelitian yang berhasil dikumpulkan berfokus pada penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan pengganti kayu di WBPs atau perekat alternatif yang berbahan alam seperti *lignin* dan *tannin*.

Penelitian yang berfokus pada penggunaan serat sabut kelapa sebagai pengganti kayu menggunakan perekat berbasis UF atau PF sebagai variabel dalam penelitian. Sedangkan penelitian yang menguji perekat alternatif berbahan alam lignin dan tannin menggunakan kayu sebagai variabel dalam pengujiannya. Selain itu, banyak hal yang

menjadi variabel dalam penelitian tercantum dalam VOSviewer seperti: ukuran partikel, kepadatan, tipe perekat, *treatment*, sifat fisik, dan *internal bond strength*.



Gambar 2.1. Peta Penelitian Sebelumnya

Berikut adalah ulasan jurnal yang telah ditemukan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Jurnal Berdasarkan Perekat

No	Journal	Adhesive									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	X
1	Hasan et al., 2021		✓								
2	Pugazhenthil & Anand, 2021	✓									
3	Lim et al., 2021		✓			✓					
4	Narciso et al., 2021		✓								
5	Ismadi et al., 2022						✓				
6	Iswanto et al., 2021	✓									
7	Olupot et al., 2022										✓
8	Fiorelli et al., 2019							✓			
9	Owodunni et al., 2020						✓		✓		
10	Yano et al., 2020							✓			
11	Bispo et al., 2022							✓			
12	Arias et al., 2022			✓	✓					✓	
13	Jorge et al., 2021			✓							
14	Lubis et al., 2018								✓	✓	
15	Xu et al., 2022		✓	✓							
16	Lee et al., 2021	✓	✓	✓							
17	Nazerian et al., 2018	✓	✓								
18	Kusumah et al., 2017	✓									✓
19	M. Nasir et al., 2017	✓									
20	Nwobi-Okoye et al., 2020										✓
21	Liang et al., 2021		✓								
22	Sutanto et al., 2021					✓					

Lanjutan Tabel 2.2. Jurnal Berdasarkan Perekat

No	Journal	Adhesive									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	X
23	Oktay et al., 2021			✓			✓		✓		
24	Ghahri et al., 2022			✓						✓	
25	Ganesan et al., 2021										✓
26	Fehrmann et al., 2022		✓								
27	Xiao et al., 2022			✓					✓		
28	Rosenfeld et al., 2022								✓		
29	Iswanto et al., 2023		✓								
30	Benthien et al., 2022	✓									
31	Cesprini et al., 2022			✓							
32	Segovia et al., 2020			✓			✓				
33	Istana et al., 2023		✓								
34	Aristri et al., 2021			✓	✓						
35	Sari et al., 2023			✓							
36	Maulana et al., 2022								✓		
37	Ndiwe et al., 2019							✓			
38	Fagbemi & Sithole, 2021									✓	
39	Del Menezzi et al., 2018						✓				
40	Lubis et al., 2021								✓		
41	Antov et al., 2021		✓		✓						
42	Tayo et al., 2022									✓	
43	Zhu et al., 2017				✓					✓	
44	Hemmilä et al., 2019				✓						
45	Lubis et al., 2022				✓						
46	Freire et al., 2017		✓								
47	Hellmayr et al., 2022				✓				✓		
48	Karri et al., 2022				✓						
49	Younesi-Kordkheili & Pizzi, 2023				✓						
50	Valchev et al., 2022				✓						
51	Peng et al., 2023				✓						
52	Vieira et al., 2022				✓						
53	Bartolome et al., 2022								✓		
54	Gendron et al., 2023				✓						
55	Ghahri et al., 2022			✓						✓	

Di mana:

A = Phenol-Formaldehyde

B = Urea-Formaldehyde

C = Tannin

D = Lignin

E = Lateks

F = Asam Sitrat

G = Kulit Pohon

H = Starch/Karbohidrat

I = Protein

X = Lainnya

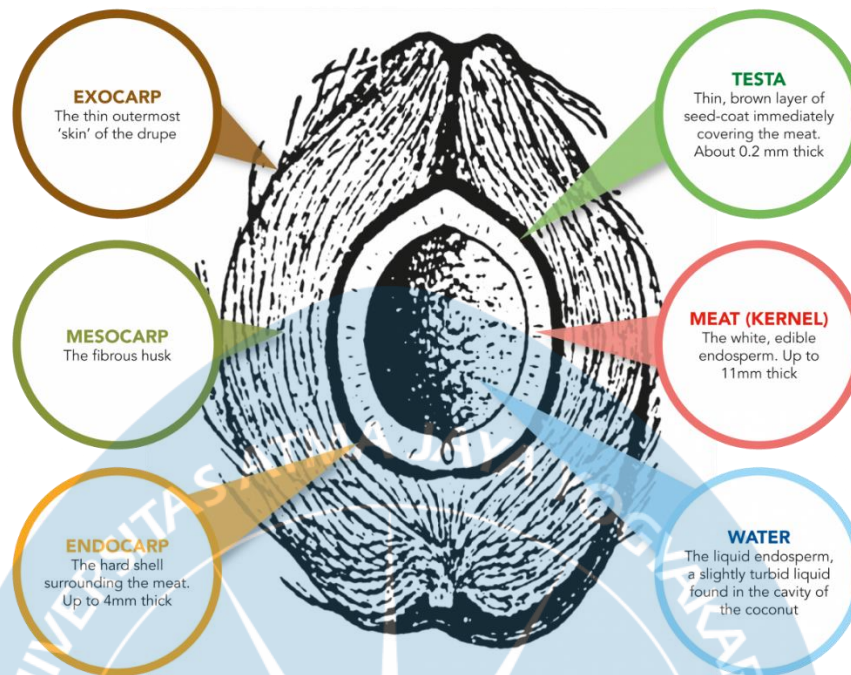
Tabel 2.3. Jurnal Berdasarkan *Treatment*

No	Jurnal	Obyek Kajian	Treatment			
			NaOH	Silane	CaCO ₃	NaSiO ₃
1	Sangian & Widjaja, 2018	Serabut Kelapa	✓			
2	Bessa et al., 2021	Arundo Donax	✓	✓		
3	Suárez et al., 2021	Fique, Nanas, Flax	✓		✓	✓
4	You et al., 2021	Katun	✓			
5	Gudayu et al., 2022	Sisal Fiber	✓	✓		
6	Faizi et al., 2022	Tandan Kelapa Sawit	✓	✓		
7	Al-Daas et al., 2023	Pisang	✓			
8	Elmoudnia et al., 2023	Pennisetum Alopecuroides	✓			
9	Nasir et al., 2022	Serat Sawit		✓		
10	Haryati et al., 2021	Serat Kenaf	✓	✓		
11	Suriaman et al., 2021	Serat Rami	✓			

2.3. Landasan Teori

2.3.1. Material Serat Sabut Kelapa

Kelapa (*cocos nucifera L*) adalah tanaman perkebunan yang tumbuh di daerah dengan iklim tropis dengan habitat alami yang berada di pinggir pantai hingga pegunungan. Sebuah pohon kelapa dapat berbuah sebanyak 50-100 buah per tahun (Hasan et al., 2021). Bagian-bagian dalam buah kelapa dapat dilihat pada Gambar 2.2 Umumnya buah kelapa terdiri dari beberapa bagian yaitu *exocarp*, *mesocarp*, *endocarp*, *testa*, daging buah, dan air. Bagian *exocarp* merupakan bagian terluar dari kelapa, bagian ini dimanfaatkan menjadi sebuah media tanam yang dikenal dengan nama *cocopeat*. Bagian *mesocarp* merupakan serabut dari buah kelapa, di dalam industri bagian ini dapat dimanfaatkan sebagai peralatan rumah tangga. Bagian *endocarp* adalah tempurung kelapa, merupakan struktur yang paling keras dimiliki oleh buah kelapa yang melindungi air dan buah yang terkandung di dalamnya. Konsumsi buah kelapa selama ini didominasi oleh industri makanan yang memanfaatkan buah dan air kelapa menjadi produk turunan seperti: *nata de coco*, minyak kelapa, dll. Sedangkan bagian cangkang, dan serat dimanfaatkan sebagai produk rumah tangga dan kesenian.



Sumber : Asia Pacific Coconut Community

Gambar 2.2. Bagan Morfologi Buah Kelapa

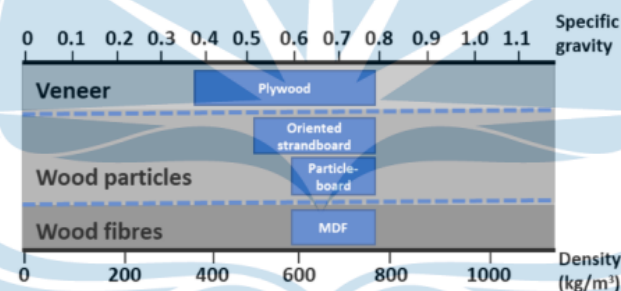
Komposisi serat sabut kelapa adalah selulosa, lignin, dan hemiselulosa (Muensri et al., 2011). Kandungan tersebut merupakan unsur utama dari serat alami tumbuhan, selulosa dan hemiselulosa merupakan polisakarida yang berwujud kristalin sementara lignin adalah makromolekul polifenol amorf yang berbentuk tiga dimensi (3D) terdiri dari beberapa jenis fenilpropana yang berbeda (Chakar & Ragauskas, 2004). Kandungan lain yang terdapat pada serat sabut kelapa adalah pektin, abu, dan beberapa zat yang larut dalam air. Sehingga kandungan utuh dari serat sabut kelapa adalah 40-50% lignin, 27-45% selulosa, 15-20% hemiselulosa, 3,5% abu, dan 9-11% air (Hasan et al., 2021). Sementara itu serat alam lain memiliki lebih sedikit kandungan lignin akan tetapi punya kandungan serat polimer yang lebih banyak jika dibandingkan serat sabut kelapa.

Serat sabut kelapa memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi jika dibandingkan serat alam lain. Kandungan lignin yang tinggi memiliki kelebihan tersendiri, yaitu serat secara alami akan lebih kaku dan keras. Selain itu, ketahanan yang baik terhadap rayap, pembusukan, serta kelembapan membuat material ini bisa dijadikan sebagai bahan dasar pengganti kayu. Kandungan lignin dan selulosa yang tinggi membuatnya

menjadi serat alam yang potensial untuk produksi *biocomposite* karena sifatnya yang kuat serta lentur (Sapuan et al., 2003).

2.3.2. Wood-Based Panels (WBPs)

Wood-Based Panels (WBPs) merupakan produk panel/board yang berasal dari kayu (Hussin et al., 2022). Panel/board diproduksi dengan memotong dan atau mencacah kayu terlebih dahulu sebelum direkatkan kembali dengan menggunakan perekat untuk menjadi produk akhir. Pemotongan dan pencacahan ini bertujuan untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan mekanis kayu karena bahan mentah yang digunakan biasanya menggunakan kayu dengan *grade* yang rendah seperti kayu sengon. Dengan proses pencacahan dan pemotongan produk akhir WBPs dapat memiliki kemampuan mekanis seperti *modulus of rupture* dan *modulus of elasticity* yang lebih tinggi, selain itu juga meningkatkan kemampuan akustik panel sehingga dapat dimanfaatkan sebagai peredam suara. Klasifikasi produk WBPs antara lain adalah *plywood*, *strandboard*, *particleboard*, dan *medium-density fiberboard* (MDF). Spesifikasi mekanis dari produk tersebut bisa dilihat pada Gambar 2.3.



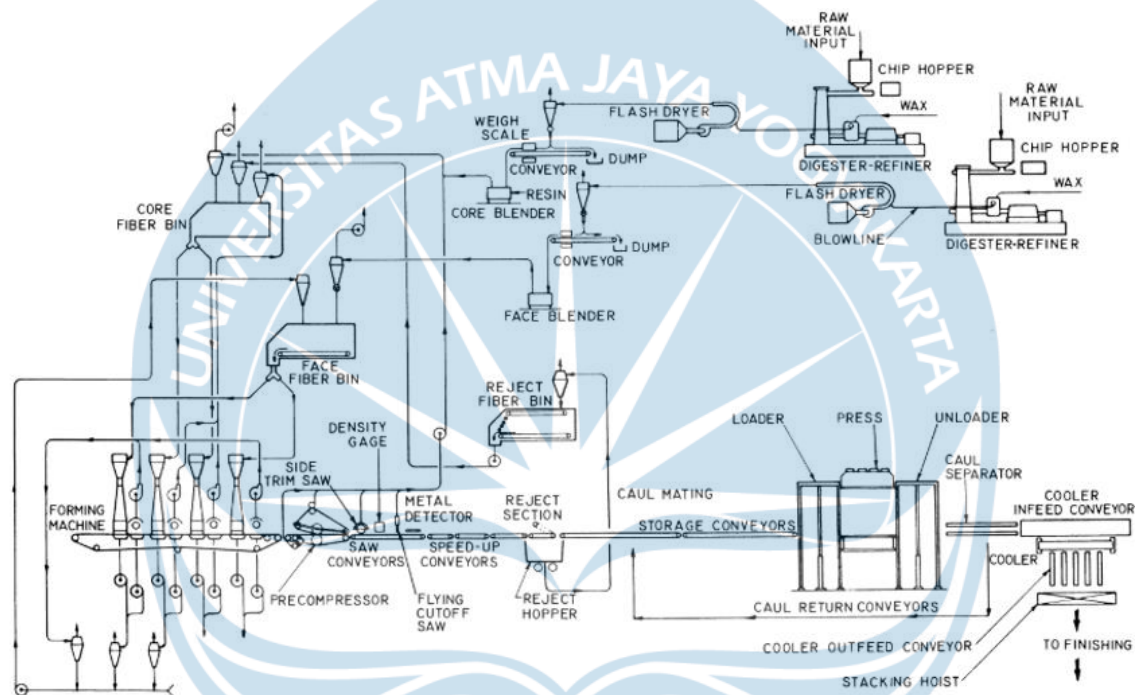
Sumber : (Suchland & Woodson, 1987)

Gambar 2.3. Klasifikasi Wood-Based Panels

2.3.3. Medium Density Fiberboard

Medium density fiberboard (MDF) merupakan salah satu produk turunan dari WBPs. MDF memiliki kepadatan yang berkisar antara 0,55 – 0,8 g/cm³ (Suchland & Woodson, 1987) akan tetapi dengan standarisasi yang terbaru seperti pada JIS A 5908 dan SNI 03-2105-2006, MDF dapat memiliki kepadatan hingga 0,9 g/cm³. Perbedaan utama dari *medium density fiberboard* dengan WBPs lainnya seperti *particleboard* adalah ukuran dari partikulat serta material yang dipakai. MDF menggunakan kayu dengan kualitas yang baik, sementara *particleboard* memakai sisa produksi seperti serbuk gergaji.

Proses pembuatan *medium density fiberboard* sedikit berbeda dengan pembuatan WBPs yang lain. Hal tersebut dikarenakan MDF memiliki karakteristik khusus yang harus dipenuhi seperti: kepadatan yang moderat, persentase resin, serta permukaan yang menonjolkan bentuk dari serat yang dipakai. *Medium density fiberboard* membutuhkan material dengan kepadatan yang cukup rendah (2 lb/ft^3 atau kurang), hal tersebut bertujuan untuk memproduksi papan dengan kepadatan yang moderat dengan daya lekat antar partikulat yang tinggi. Proses produksi *medium density fiberboard* secara umum terlihat pada Gambar 2.4.



Sumber : (Suchland & Woodson, 1987)

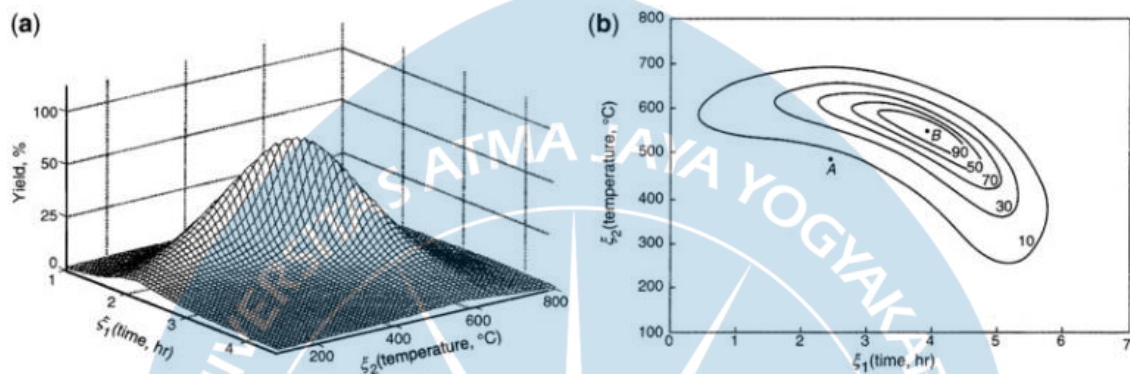
Gambar 2.4. Proses Produksi *Medium Density Fiberboard*

2.3.4. Analisis Respon Permukaan

Response surface methodology (RSM) merupakan salah satu metode dalam desain eksperimen yang menggunakan kumpulan teknik statistik dan matematika yang bertujuan untuk mengembangkan, meningkatkan, dan mengoptimalkan proses (Myers et al., 2016). Penggunaan RSM penting dalam desain produk, pengembangan, dan perumusan produk baru, serta dalam peningkatan desain produk yang sudah ada. Metode ini merupakan salah satu metode yang berpengaruh di dalam ilmu statistik desain percobaan. RSM terdiri dari berbagai kumpulan teknik matematika dan statistik

untuk menjelaskan interaksi variabel-variabel penelitian dengan mengurutkan percobaan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dengan menggunakan pendekatan polynomial tingkat 2, metodologi ini dapat memberikan penjelasan interaksi berbagai variabel. Persamaan dasar dan visualisasi dari RSM terdapat pada Gambar 2.5 sebagai berikut:

$$y = f(x_1, x_2, x_n, \dots, x_{n+1}) + e \quad (1)$$



Sumber : (Myers et al., 2016)

Gambar 2.5. Visualisasi Penggunaan RSM

Variasi variabel dalam *key performance characteristics* dapat menghasilkan kualitas produk dan proses yang buruk. Selama tahun 1980-an, perhatian yang cukup besar diberikan pada masalah ini, dan metodologi dikembangkan untuk menggunakan desain eksperimental, khususnya untuk hal-hal berikut:

- Untuk merancang produk atau proses agar tahan terhadap kondisi lingkungan.
- Untuk merancang atau mengembangkan produk agar tahan terhadap variasi komponen.
- Untuk meminimalkan variabilitas dalam produk dan berada di rentang target yang telah ditetapkan.

Profesor Genichi Taguchi menggunakan istilah *robust parameter design* (RPD) untuk menggambarkan pendekatannya terhadap masalah industri yang penting ini. Pada dasarnya, RPD berusaha untuk mengurangi variasi produk atau proses dengan memilih tingkat faktor yang dapat dikontrol yang membuat sistem menjadi tidak sensitif terhadap perubahan pada sekumpulan faktor yang tidak dapat dikontrol yang mewakili sebagian besar sumber variabilitas. Taguchi menyebut faktor-faktor yang tidak dapat

dikontrol ini sebagai faktor *noise*. Beberapa diantaranya adalah faktor lingkungan seperti tingkat kelembapan, perubahan sifat bahan baku, penggunaan produk, serta umur produk.

Response surface methodology (RSM) dapat dibagi menjadi beberapa fase, berikut adalah penjelasan setiap fase menurut (Myers et al., 2016).

a. *Phase Zero* (Fase Nol)

Tahapan ini merupakan langkah awal dalam melakukan penelitian dengan RSM. Beberapa ide awal dihasilkan seperti faktor atau variabel mana yang mungkin penting dalam RSM. Hal ini biasanya mengarah pada perancangan eksperimen untuk menyelidiki faktor-faktor ini dengan tujuan untuk memverifikasi peran faktor-faktor tersebut dalam mempengaruhi respons dan menghilangkan faktor-faktor yang tidak penting. Tahapan ini sering disebut sebagai *screening experiment*.

b. Fase Pertama

Pada fase ini akan menyeleksi dan merancang eksperimen yang bertujuan untuk menentukan letak data yang terkumpul relatif terhadap respons yang ideal. Jika setelah dilakukan eksperimen didapati data yang tidak konsisten, maka diharuskan untuk melakukan beberapa penyesuaian yang bertujuan agar data yang didapatkan optimal. Fase ini disebut sebagai *method of steepest ascent*.

c. Fase Kedua

Fase kedua merupakan keadaan di mana eksperimen yang dilakukan telah mendapatkan hasil yang cukup optimal. Pada titik ini, dilanjutkan dengan membuat model/spesimen yang akan mendekati nilai optimum.

d. Fase Terakhir

Tahapan terakhir dari RSM adalah *confirmatory experiment*, dengan melakukan pengambilan data ulang dengan jumlah yang kecil. Hal ini bertujuan untuk mengonfirmasi bahwa nilai optimal yang diperoleh pada tahap kedua dapat dicapai dengan menyesuaikan variabel independen. Tahapan ini sering disebut sebagai analisis sensitivitas.

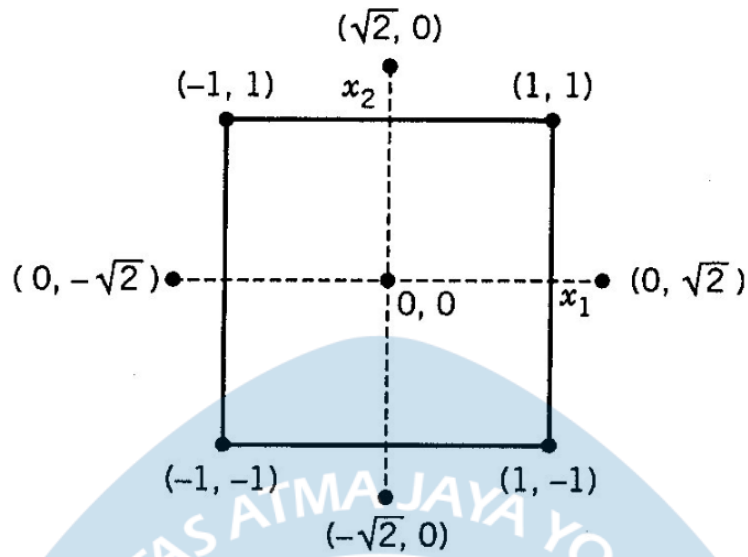
2.3.5. Central Composite Design

Dalam metode RSM terdiri dari dua macam jenis rancangan percobaan yaitu *Central Composite Design* (CCD) dan *Box Bhenken Model* (BBM). Jika jenis percobaannya adalah *sequential* maka digunakan model rancangan CCD. Akan tetapi, jika jenis

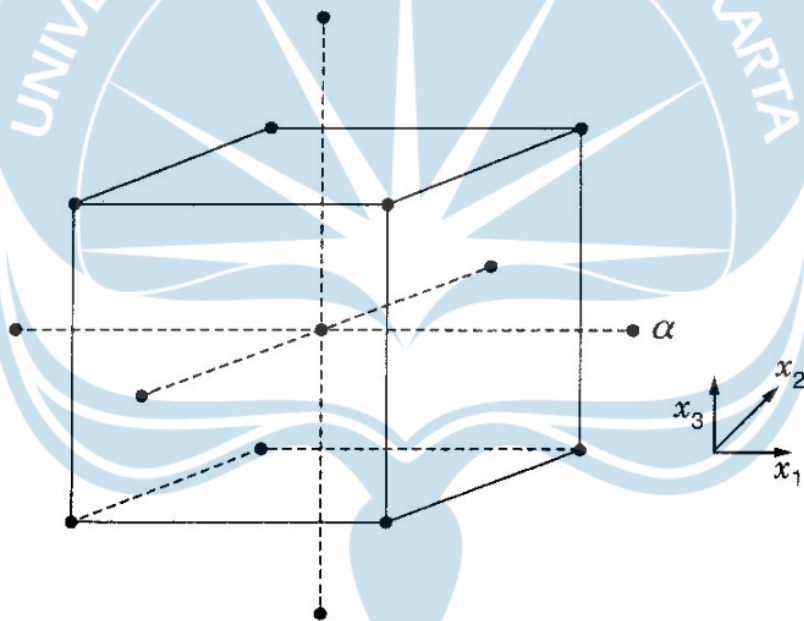
percobaanya *non sequential* rancangan percobaanya digunakan BBM. CCD merupakan rancangan percobaan menggunakan desain faktorial pangkat 2, dengan menambahkan titik pusat dan titik aksial. Desain pusat komposit umum memiliki 5 tingkat, meskipun biasanya dapat dimodifikasi dengan memilih nilai $\alpha=1$ (menghadap CCD). CCD juga membentuk estimasi kuadratik dan kurang sensitive terhadap kehilangan data. Desain pusat komposit memiliki tiga kelompok eksperimen yaitu:

- a. Sebuah desain faktorial yang memiliki dua tingkat. Desain faktorial ini terdiri dari semua kemungkinan dari +1 dan -1. Untuk variabel varian dua faktor, ada 4 desain yaitu, (-1,-1), (+1,-1), (1,+1),(+1,+1).
- b. Sebuah nilai tengah, yang merupakan nilai tengah dari desain percobaan. Nilai ini diulang lebih sering dan dalam jumlah lebih banyak dibandingkan kelompok lain, untuk meningkatkan ketepatan percobaan. Nilai tengah atau titik pusat ini, merupakan nilai poin di mana semua tingkat diarahkan ke tingkat kode 0, yang merupakan titik tengah dari setiap rentang dari varian. Nilai titik tengah ini biasanya diulang 4-6 kali untuk mendapatkan perkiraan yang terbaik dan meminimalisir kesalahan percobaan.
- c. Sebuah nilai aksial, nilai yang sangat jauh dari nilai titik pusat, baik menjadi batas bawah ataupun atas dari sebuah desain pangkat dua. Nilai aksial ini biasa juga disebut nilai *star* di mana mempunyai faktor yang mengarah pada sumbu 0, titik tengah, kecuali satu faktor yang memiliki nilai +/- α . Untuk varian dua variabel nilai aksialnya adalah, $(-\alpha,0),(+\alpha,0)(0,-\alpha)(0,+\alpha)$.

Nilai α ini dihitung pada setiap desain agar memiliki kemampuan blok berotasi dan ortogonal.



Gambar 2.6. *Central Composite Design* untuk $k=2$ dan $\alpha=\sqrt{2}$



Gambar 2.7. *Central Composite Design* untuk $k=3$ dan $\alpha=\sqrt{3}$

2.3.6. Standarisasi dan Pengujian Laboratorium

Wood-based panels memiliki standarisasi tersendiri, di dalam penelitian ini standarisasi yang dipakai adalah JIS A 5908:2003, SNI 03-2105-2006. Standarisasi dipakai untuk menetapkan parameter-parameter baik visual maupun mekanis yang harus dicapai produk sebelum dilakukan komersialisasi. Berikut adalah penjelasan dari standarisasi SNI dan JIS.

2.3.6.1. Standar Nasional Indonesia (SNI)

Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dipakai dalam penelitian ini merujuk kepada SNI 03-2105-2006. Standar ini menetapkan klasifikasi mutu dan cara uji papan partikel yang diperdagangkan di Indonesia. Terdapat persyaratan yang harus dipenuhi oleh papan partikel untuk bisa lolos pengujian, syarat tersebut tercantum dalam penjelasan berikut:

a. Ukuran dan kesikuan

Terdapat tiga persyaratan dalam ukuran dan kesikuan, syarat tersebut adalah:

- i. Toleransi panjang dan lebar papan $\pm 3,0$ mm.
- ii. Toleransi kesikuan: perbedaan dari garis siku papan maksimum 2 mm
- iii. Toleransi tebal papan disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Toleransi Tebal Papan

No	Macam Papan Partikel	Tebal (mm)	Toleransi Tebal (mm)		
			Tidak Diampelas	Diampelas	Dekoratif
1	Papan partikel biasa	<15	$\pm 1,0$	$\pm 0,3$	-
		≥ 15			
2	Papan partikel berlapis venir	<20	$\pm 1,2$	$\pm 0,3$	-
		≥ 20	$\pm 1,5$	$\pm 0,3$	
3	Papan partikel dekoratif	<18	-	-	$\pm 0,5$
		≥ 18			$\pm 0,6$

b. Mutu Penampilan

- i. Tidak diperkenankan adanya keropos, lapuk, lekang dan goresan pada papan partikel.
- ii. Untuk papan partikel berlapis venir ditambah dengan syarat umum sesuai SNI 01-5008.2-2000: Kayu lapis penggunaan umum.
- iii. Untuk papan partikel dekoratif ditambah dengan syarat umum sesuai SNI 01-2025-1996, Kayu lapis indah dan papan blok indah dan SNI 01-7201-2006, Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah.
- iv. Syarat khusus dan klasifikasi penampilan terdapat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Syarat Khusus/Klasifikasi

No	Jenis cacat	A	B	C	D
1	Partikel kasar di permukaan panel	Maks. 10 buah, tidak berkelompok	Maks. 15 buah, tidak berkelompok	Maks. 20 buah, tidak berkelompok	Maks. 50 buah, tidak berkelompok
2	Noda serbuk	Maks. Diameter 0,5 cm. 1 buah	Maks. Diameter 2,0 cm. 1 buah	Maks. Diameter 4,0 cm. 2 buah	Maks. Diameter 6,0 cm. 5 buah
3	Noda minyak	Tidak ada	Tidak ada	Maks. Diameter 1,0 cm. 1 buah	Maks. Diameter 2,0 cm. 2 buah
4	Noda Perekat	Maks. Diameter 1,0 cm. 1 buah	Maks. Diameter 1,0 cm. 2 buah	Maks. Diameter 2,0 cm. 2 buah	Maks. Diameter 4,0 cm. 4 buah
5	Rusak tepi	Tidak ada	Tidak ada	Maks. Lebar 5,0 mm. Panjang maks. 100 mm	Maks. Lebar 10,0 mm. Panjang maks. 200 mm

c. Kadar air

Kadar air papan partikel tidak diperkenankan lebih dari 14%.

d. Kerapatan

Kerapatan papan partikel antara 0,40 g/cm³ – 0,90 g/cm³.

e. Pengembangan tebal setelah direndam air

i. Papan partikel tipe 24-10 dan 17.5-10.5 bila tebalnya $\leq 12,7$ mm maksimum 25% dan bila tebalnya $\geq 12,7$ mm maksimum 20%

ii. Pengembangan papan partikel lainnya maksimum 12% dari tebal awal sebelum direndam.

f. Syarat mekanis

Syarat mekanis dari papan partikel menurut SNI-03-2105-2006 tercantum pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Syarat Mekanis

No.	Jenis papan partikel	Tipe	Keteguhan lentur minimum (kgf/cm ²)				Modulus elastisitas lentur (kering) minimum (10 ⁴ kgf/cm ²)	Keteguhan tarik tegak lurus permukaan minimum (kgf/cm ²)	Keteguhan cabut sekrup minimum (kgf) *
			Kering		Basah				
			Arah panjang	Arah lebar	Arah panjang	Arah lebar			
1.	Papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif	18	184		92		3,06 (arah lebar)	3,1	51
		13	133		66		2,55 (arah lebar)	2,0	41
		8	82		-		2,04 (arah lebar)	1,5	31
2.	Papan partikel berlapis venir	30 – 15	306	153	153	77	4,59 (arah panjang) 2,86 (arah lebar)	3,1	51
3.	Papan partikel biasa struktural	24 – 10	245	102	122	51	4,08 (arah panjang) 1,33 (arah lebar)	3,1	51
		17,5-10,5	178	107	90	54	3,06 (arah panjang) 2,04 (arah lebar)		
* Hanya berlaku bagi papan partikel tebal minimum 15 mm.									

g. Emisi formaldehida

Persyaratan emisi formaldehida tercantum pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Emisi Formaldehida

No.	Tipe	Nilai rata-rata (mg/l)	Nilai maksimum (mg/l)
1.	F****		Maksimum 0,5
2.	F***		Maksimum 1,5
3.	F**		Maksimum 5,0

h. Ketahanan permukaan papan partikel dekoratif

Keteguhan tarik lapisan dekoratif papan partikel minimum 4,0 kgf/cm²

- i. Ketahanan pukul
 - i. Tidak diperkenankan adanya retak dan terkelupas pada lapisan dekoratif.
 - ii. Diameter lekuk maksimum 20 mm.
- j. Ketahanan terhadap asam, basa, noda, dan perubahan warna
 - i. Tidak berlaku bagi papan partikel dekoratif yang dilapisi venir indah.
 - ii. Tidak terjadi perubahan warna akibat larutan asam maupun basa.
 - iii. Tidak ada bekas warna atau noda yang tertinggal
 - iv. Tidak terjadi perubahan warna dan pemudaran kilap.

2.4.6.2. Japan Industrial Standard (JIS)

Japan Industrial Standard (JIS) merupakan standarisasi yang ditetapkan dan berlaku untuk pasar domestik Jepang. Standar yang dipakai dalam penelitian ini merujuk kepada JIS A 5908:2003. Akan tetapi, standar ini telah diadopsi ke berbagai negara di benua asia termasuk Indonesia. Sehingga secara umum tidak ada perbedaan mendasar dari segi pengujian mekanis dan penamaan tipe papan partikel. Berikut adalah informasi tambahan yang tidak terdapat di dalam dokumen SNI terdapat pada Tabel 2.8, Tabel 2.9, dan Gambar 2.8.

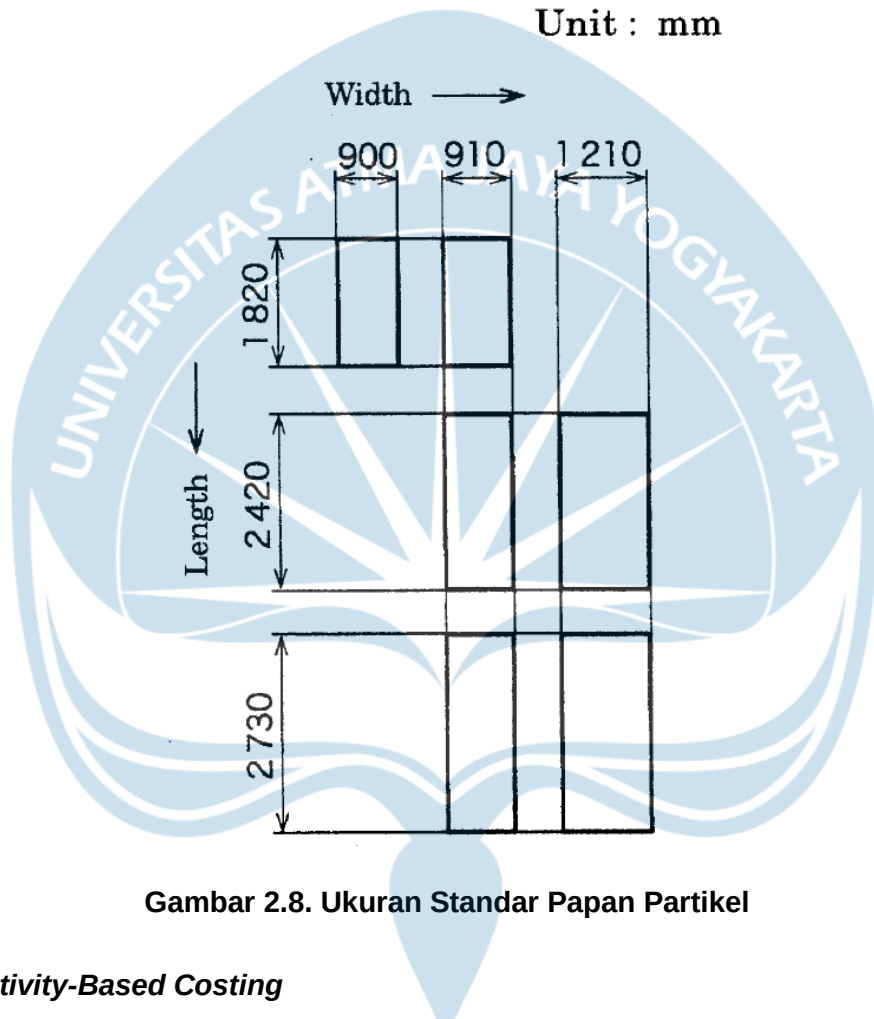
Tabel 2.8. Klasifikasi Tipe Papan Partikel

No	Macam Papan Partikel	Tipe	Kekuatan Lentur
1	Papan partikel biasa	18	Kekuatan lentur minimum 18.0 N/mm ² atau lebih
		13	Kekuatan lentur minimum 13.0 N/mm ² atau lebih
		8	Kekuatan lentur minimum 8.0 N/mm ² atau lebih
2	Papan partikel berlapis venir	24-10	Kekuatan lentur minimum pada sisi panjang 24.0 N/mm ² dan pada sisi lebar 10 N/mm ²
		17.5-10.5	Kekuatan lentur minimum pada sisi panjang 17.5 N/mm ² dan pada sisi lebar 10.5 N/mm ²
3	Papan partikel dekoratif	30-15	Kekuatan lentur minimum pada sisi panjang 30 N/mm ² dan pada sisi lebar 15 N/mm ²

Tabel 2.9. Klasifikasi Uji Bakar JIS A 5908:2003

Klasifikasi	Simbol
Incombustibility grade 2	Incombustibility 2
Incombustibility grade 3	Incombustibility 3
Regular	-

Unit : mm



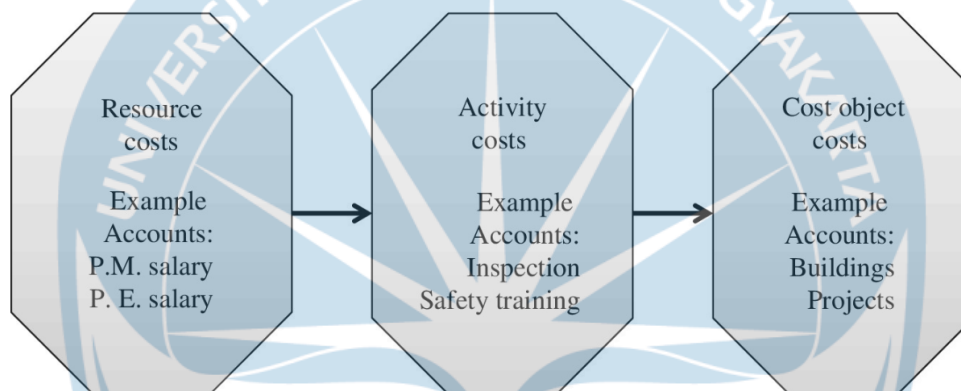
Gambar 2.8. Ukuran Standar Papan Partikel

2.3.7. Activity-Based Costing

Activity Based Costing System adalah sistem akuntansi yang berfokus pada aktivitas yang dilakukan untuk memproduksi produk. Produk memerlukan aktivitas- aktivitas dalam mengkonsumsi sumber daya. Aktivitas merupakan tindakan yang berulang-ulang untuk memenuhi fungsi bisnis. Aktivitas menjadi titik fundamental. Biaya ditelusuri ke aktivitas dan aktivitas ditelusuri ke produk berdasarkan pemakaian aktivitas dari setiap produk.

Activity-based costing (ABC) dikembangkan sebagai cara untuk mengatasi masalah akuntansi biaya tradisional, terutama (1) kurangnya kontribusi terhadap pengurangan biaya total dan (2) distorsi biaya karena kesalahan alokasi biaya *overhead* (Kim, 2017). *Activity-based costing* adalah metodologi akuntansi yang mengidentifikasi aktivitas-aktivitas dalam sistem produksi atau organisasi (Johnson, 1992). ABC membebankan biaya setiap aktivitas ke objek biaya secara proporsional dengan konsumsi aktual aktivitas oleh setiap objek biaya. ABC bukanlah pengganti akuntansi buku besar, melainkan penerjemah untuk mengekstrak data buku besar dan data lainnya (Cokins, 1996). Berikut adalah dua hal penting dalam metode ABC menurut (Miller, 1996):

1. *Activities consume resources*
2. *Products consume activities*



Gambar 2.9. Aliran Informasi pada Metode ABC

Pada Gambar 2.9 menunjukkan aliran informasi pada metode ABC. Metode penetapan biaya tradisional hanya membahas biaya sumber daya dan membebankan biaya sumber daya ke objek biaya secara langsung, ABC melangkah lebih jauh, memperkirakan biaya untuk aktivitas. Proses pembebanan biaya sumber daya ke aktivitas dan biaya aktivitas ke objek biaya memerlukan metode pelacakan biaya atau alokasi yang wajar. Biasanya, pembebanan biaya sumber daya ke aktivitas merupakan proses mencocokkan konsumsi sumber daya secara langsung dengan setiap aktivitas (Kaplan & Cooper, 1997). Di sisi lain, proses pembebanan biaya aktivitas ke objek biaya memerlukan alokasi biaya, yang merupakan proses penerapan biaya aktivitas ke objek biaya dengan menggunakan pemicu biaya aktivitas.

2.3.8. Strength Weakness Opportunities and Threats (SWOT)

Analisis SWOT (SWOT Analysis) kepanjangan dari *Strength*, *Weakness*, *Opportunities*, and *Threats*. Analisis SWOT merupakan kerangka kerja untuk meninjau bisnis secara keseluruhan atau serangkaian masalah seperti: manajemen strategis, peluang untuk melakukan akuisisi, kemitraan potensial, pengembangan produk baru, proposisi bisnis, atau mengalihdayakan suatu kegiatan (Chapman, 2011). Analisis SWOT adalah penilaian subjektif terhadap data, yang disusun berdasarkan format SWOT ke dalam urutan logis yang membantu pemahaman, presentasi, diskusi, dan pengambilan keputusan di dalam level manajemen strategis perusahaan.

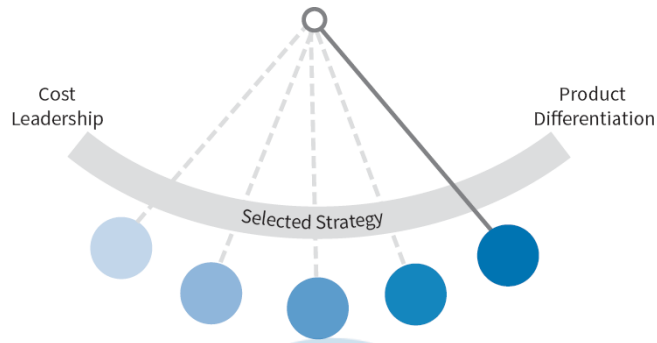


Sumber : Fredin, K.C.F. A. (2022)

Gambar 2.10. Analisis SWOT

2.3.8.1. Analisis SWOT Dalam Perencanaan Strategis

Analisis SWOT kebanyakan dilakukan pada saat tahap perencanaan strategis (Namugenyi et al., 2019) dengan mengidentifikasi sumber daya baik internal maupun eksternal. Analisis kemudian dilakukan untuk menginvestigasi dampak positif maupun negatif yang bisa berdampak kepada sebuah bisnis atau organisasi. Maka analisis SWOT bisa dijadikan acuan sebagai pertimbangan dalam perencanaan strategis perusahaan seperti tercantum pada Gambar 2.11.



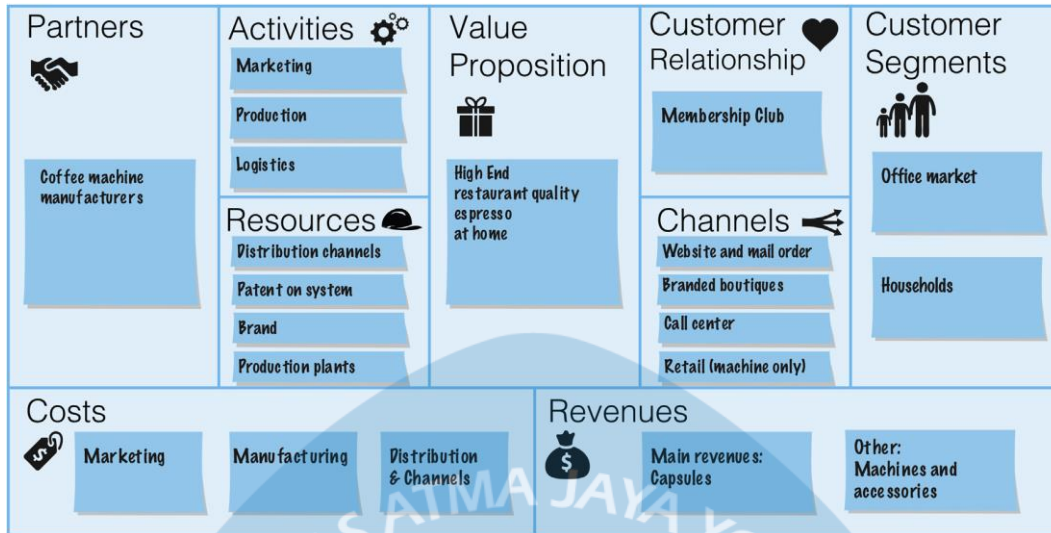
Sumber : Fredin, K.C.F. A. (2022)

Gambar 2.11. Spektrum Strategi Dalam Perencanaan Strategis

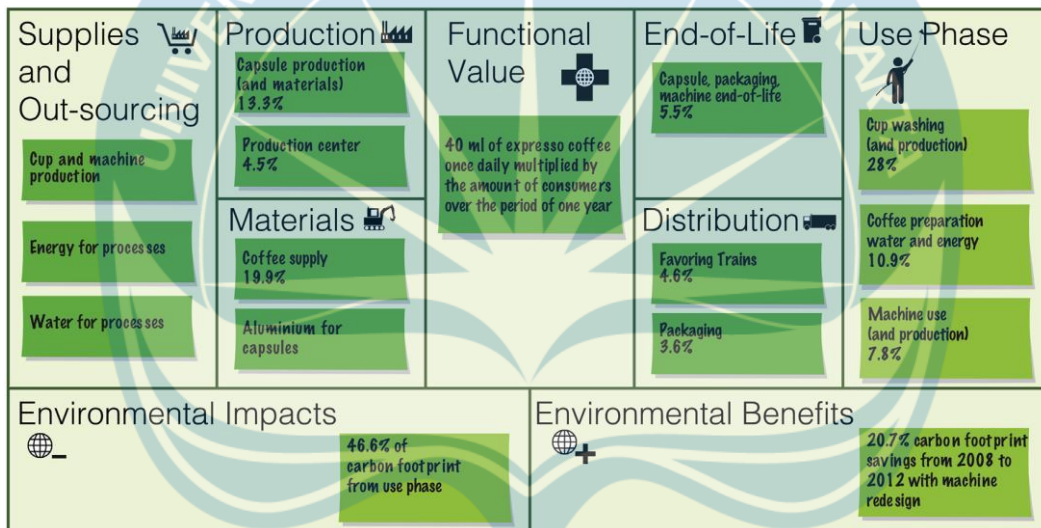
Interpretasi hasil analisis SWOT dapat menjadi beberapa strategi yang harus dipilih organisasi. Dalam buku *Cost Accounting: With Integrated Data Analytics* karya (Fredin, 2022) pemilihan strategi didasarkan kepada *cost leadership*, dan *product differentiation*. *Cost leadership* merupakan strategi perusahaan untuk mencapai skala ekonomi, menggabungkan *learning curve effect*, mengevaluasi kepemilikan aset, menghilangkan kegiatan yang tidak bernilai tambah, dan atau menerapkan efisiensi biaya lainnya untuk mengurangi biaya penawaran produk dan layanannya. Sedangkan *product differentiation* adalah di mana keunikan, kustomisasi produk, dan atau kualitas produk dan atau layanan diunggulkan. Diferensiasi mungkin berarti harga produk atau layanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kompetitor.

2.3.9. Triple Layered Business Canvas Model

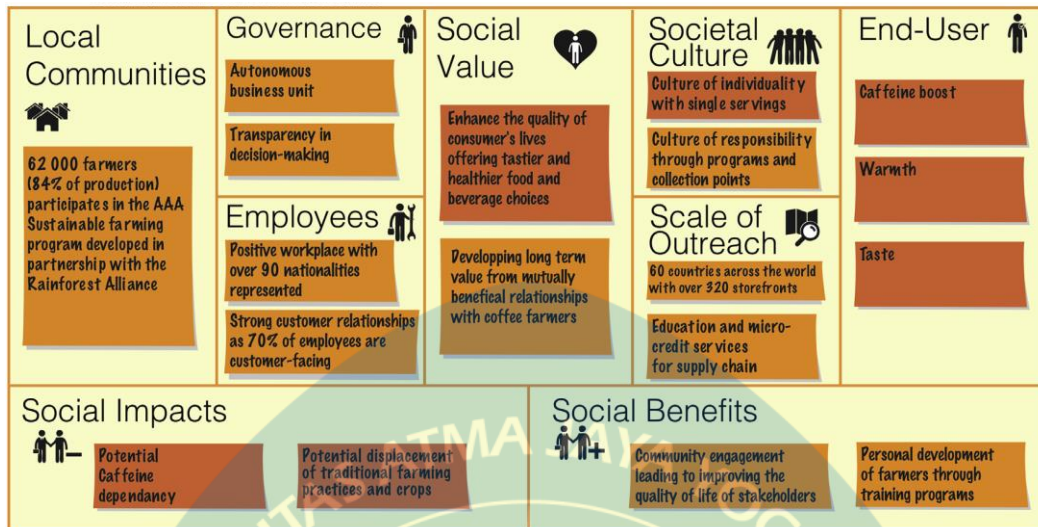
Triple Layered Business Canvas Model (TLBMC) merupakan model *business canvas* yang menggabungkan unsur ekonomi, lingkungan hidup, dan komunitas lokal yang terdampak sebuah aktivitas usaha dari perusahaan. Model ini pertama kali dikemukakan oleh (Joyce & Paquin, 2016) sebagai bentuk penyempurnaan dari *business canvas* yang diciptakan oleh (Osterwalder et al., n.d.). *Triple layered business model canvas* mengikuti prinsip *triple bottom line* yang dikemukakan oleh (Sherman, 2012) yang secara eksplisit membahas mengenai integrasi unsur ekonomi, lingkungan hidup, dan masyarakat lokal sebagai sebuah bagian inti dari bisnis. Pendekatan ini memiliki tiga langkah alih-alih satu langkah seperti pada *business canvas* kebanyakan, berikut adalah Tabel 2.12, 2.13, dan 2.14 yang berisi penjelasan mengenai TLBMC.



Gambar 2.12. Economic Business Model Canvas



Gambar 2.13. Environmental Business Model Canvas



Gambar 2.14. Local Communities Business Model Canvas

Gambar 2.12, 2.13, dan 2.14 memberikan panduan dalam menentukan strategi perusahaan berdasarkan TLBMC. TLBMC menjembatani inovasi pada bisnis dan pengembangan model bisnis yang berkelanjutan untuk mendukung individu dan organisasi dalam mencari inovasi yang berorientasi pada keberlanjutan yang kompetitif secara kreatif dan menyeluruh terhadap seluruh *stakeholder*. TLBMC dapat membantu pengguna mengatasi hambatan inovasi yang berorientasi pada *sustainability* dalam organisasi dengan secara kreatif menyusun kembali konsep bisnis saat ini dan menyongsong perubahan yang terjadi di masa mendatang. *Sustainability* menjadi sebuah tolak ukur dan pendorong utama dalam inovasi bagi banyak perusahaan. Sebuah perbaikan memerlukan pemahaman yang holistik mengenai model bisnis saat ini untuk membuat “*new ways of delivering and capturing value, which will change the basis of competition*”. Meskipun perubahan dalam model bisnis bukan merupakan hal yang baru, akan tetapi baru terdapat sedikit penelitian yang memberikan dasar bagi dunia industri untuk berproses secara kreatif dan inovatif menuju organisasi yang berkelanjutan.