BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin *Sizing*

Mesin *Sizing* merupakan salah satu komponen penting dalam industri tekstil yang berfungsi untuk kelancaran proses *sizing*. Mesin *sizing* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Gambar 2. 1 Mesin *Sizing*

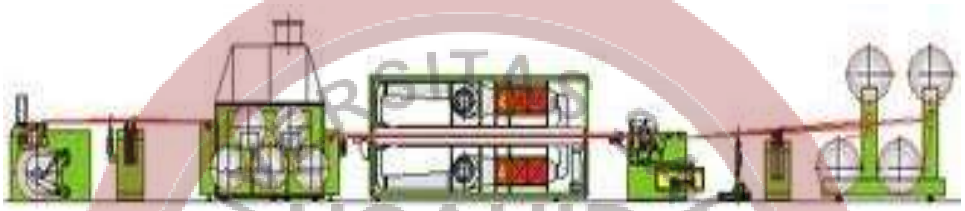
Metode proses penganjian terbagi menjadi 3,yaitu:

1. Penganjian dalam bentuk *hank* (*Hank Sizing Method*)
2. Penganjian dalam bentuk *cone* (*Cone Sizing Method*)
3. Penganjian dengan mesin (*Belt Sizing Method*)

Namun, pada perusahaan DMDT V hanya memiliki proses penganjian dengan mesin (*Belt Sizing Method*). *Belt Sizing* terletak di *stand beam* yang berfungsi untuk mengatur tegangan benang sebelum memasuki proses *sizing*.

2.2 Proses *Sizing*

Proses *Sizing* merupakan pemberian kanji terhadap benang agar benang memiliki daya tahan tehadap tegangan, gesekan dan hentakan pada saat proses tenun (Apindo, 2020). Pada proses *sizing* terdapat alur *sizing*. Yang dimaksud alur ini adalah urutan benang dari awal masuk proses penganjian hingga akhir proses penganjian, seperti pada awal proses terjadi penguluran lusi kemudian pencelupan benang pada larutan kanji dilanjutkan pengeringan dan yang terakhir pemisahan benang dan penggulungan. Alur proses *sizing* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Alur Proses *Sizing*

Sumber : Ruang tekstil, 2019

Alur proses *sizing* pada mesin *sizing* :

1. Proses penguluran lusi
2. Proses *sizing*
3. Proses pengeringan
4. Proses pemisahan benang dan penggulungan.

Secara proses diuraikan sebagai berikut :

Beam warping→ *Beam stand* → *Size box* (bak *sizing*) →*White Tension* (pemisah benang basah) → *Dryer cylinder* (silinder pengering) → *Spliting rod* (tongkat pemisah)→ *Beam* tenun**.**

1. *Beam Stand*

Beam stand terdiri dari 24 *stand* yang berfungsi untuk menempatkan *beam warping*. Pada bagian ini terdiri dari peralatan dudukan *beam* berfungsi sebagai *bearing* putaran *beam* dan *roll* pengantar yang mempunyai fungsi untuk

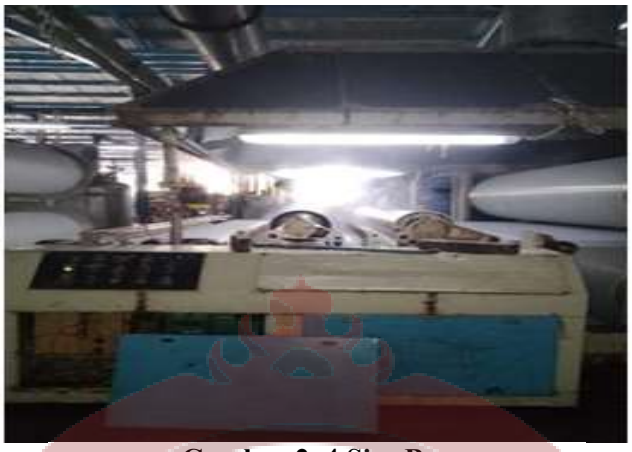
menghantar benang dari *roll stand* ke bagian selanjutnya. Disamping itu juga dilengkapi tekanan pengereman yang berfungsi untuk menstabilkan putaran *beam* dan mengatur tegangan benang.

Gambar 2. 3 *Beam Stand*

2. *Size box*

   Size box terdiri dari peralatan-peralatan, yaitu:

   a. Bak penampungan yang mempunyai fungsi untuk menampung larutan kanji.
   b. *Immersion roll* berfungsi untuk merendam benang.
   c. *Squezing roll* berfungsi untuk memeras benang setelah direndam dalam larutan kanji.
   d. Peralatan pemasak kanji.



Gambar 2. 4 Size Box

3. ***WhiteTension***

Berfungsi memisahkan benang basah hasil kanjian dan menidurkan bulu-bulu benang

Gambar 2. 5 *White Tension*

4. ***Dryer cylinder***

a. *Dryer* terdiri dari 6 unit silinder teflon yang berfungsi untuk mengeringkan benang basah dengan lapisan anti lengket.

b. 6 unit silinder *stainless* untuk menyempurnakan pengeringan. Sistem pengeringannya dapat dibedakan menjadi: *Hot Air System* (pengeringan udara panas), *Cylinder Dryer System* (pengeringan

silinder panas) dan *Infrared Dryer system* (pengeringan dengan sinar *infrared*).

Gambar 2. 6 *Dryer Cylinder*

5. ***Spliting Rod***

Terdiri dari peralatan *after wax* dan *spliting*:

1. *After wax* mempunyai fungsi untuk melapisi benang cairan lilin dan *after wax* ini terdiri dari corong *wax*, *steam*, roll dan bak *wax.*
2. *Spliting* berfungsi untuk memisahkan tiap helai benang, terdiri dari tongkat-tongkat pemisah dan dudukan tongkat pemisah.

Gambar 2. 7 *Splitting Rod*

6. ***Head Stock***

Head Stock terdiri dari:

a. Sisir *ekspansi* berfungsi untuk menyebarkan benang selebar *beam* tenun.
b. *Roll* penggulung berfungsi untuk menarik benang dan menghantarkan ke penggulung (*beam* tenun).
c. *Press roll* berfungsi untuk menekan gulungan benang agar permukaan gulungan rata dengan kekerasan yang sesuai.
d. Peralatan kontrol kelembapan benang.
e. Monitor berfungsi sebagai monitor benang dan *setting.*

Gambar 2. 8 *Head Stock*

Proses *sizing* dikatakan baik apabila memenuhi syarat berikut :

1. Mampu meningkatkan ketahanan gesek benang pada mesin RPM tinggi
2. Mampu meningkatkan kekuatan tarik benang
3. Mampu mempertahankan kelembutan (*soft surface*) dan fleksibilitas
4. Mampu menidurkan sebagian besar bulu-bulu serat benang
5. Mampu mempertahankan daya mulur
6. Mampu menyimpan kandungan air yang cukup untuk mencegah *static electricity*
7. Mampu dihilangkan kanjinya dengan mudah

2.3 *Draft Sizing*

2.3.1 Definisi *Draft Sizing*

Draft sizing merupakan pertambahan panjang benang yang terjadi karena adanya perbedaan kecepatan antara rol penghantar dengan rol penarik. Kualitas *draft sizing* sangat penting untuk dijaga dikarenakan pada saat benang hasil proses *sizing* (*beam sized*) ditenun agar memiliki daya mulur sehingga pada saat di tenun tidak mudah putus.

Untuk melihat hasil kualitas *draft sizing* maka diharuskan untuk melakukan pengecekan saat proses *sizing* berjalan. Pengecekan *draft* dilakukan pada saat awal proses, tengah proses dan akhir proses dengan cara mengukur manual menggunakan penggaris. Hasil pengukuran *draft* yang dituliskan kedalam buku mesin *sizing* akan di cek kembali oleh *Quality Control* (QC) untuk memastikan apakah hasil *draft* nya masih sesuai dengan standar atau sebaliknya

Tabel 2. 1 Standar *Draft Sizing*

Jenis benang	Standar *draft*
Rayon (R)	3,0 – 4,0 %
Polyester (PE)	1,0 – 1,5 %
Tetron Rayon (TR)	1,1 – 1,2 %
Cotton Carded (CD)	1,0 – 2,0 %
Chief Value Cotton Cambed (CVCM)	1,0 %
Cotton Cambed	1,0 %

Sumber: *Quality Control* persiapan PT DMDT V

Setelah dilakukan pengukuran *draft* tiap prosesnya, nanti *Quality Control* akan menghitung hasil *draft* yang telah diukur tadi untuk mencari total *draft* keseluruhan.

Untuk rumus mencari total *draft* yaitu ada 2 rumus :

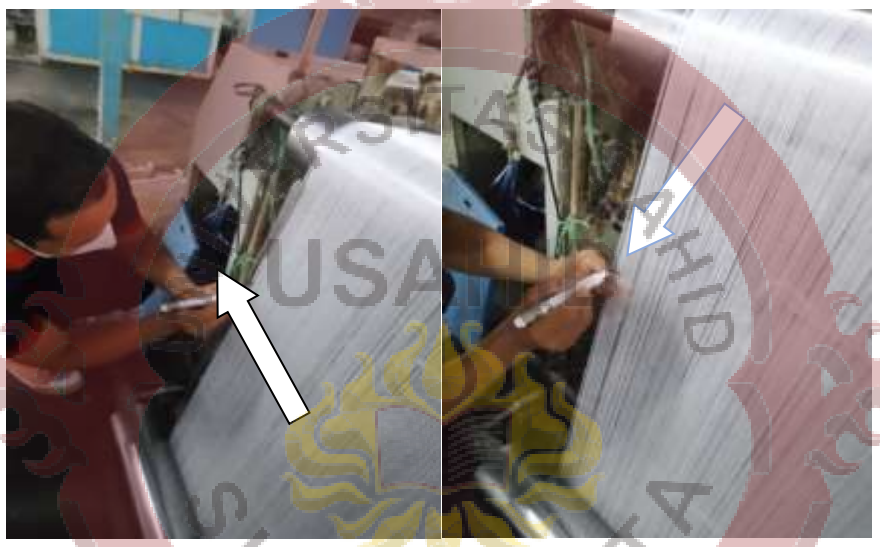
- Rumus *Draft* I = Panjang *Warping* – Panjang *Sizing* x 100
- *Rumus Draft* II = $\frac{Panjang\ \ Akhir - Panjang\ Awal}{Panjang\ Awal}$ x 100

Rumus *Draft* I yaitu dipergunakan untuk mengetahui *draft sizing* keseluruhan

Sedangkan Rumus *draft* II yaitu dipergunakan untuk mengetahui *draft sizing* saat proses *sizing* berlangsung, tujuan dari Rumus *draft* II sebagai acuan dalam memonitoring *draft* selama proses berlangsung.

2.3.2 Langkah Pengecekan *Draft Sizing*

Tahap 1 : Sebelum memasuki area *size box*



Gambar 2. 9 Pengukuran *Draft* Tahap 1

Pada Tahap 1 atau biasa disebut sebelum memasuki area *size box* yaitu *Quality Control* melakukan pengecekan dengan cara mengukur benang dibagian pinggir menggunakan penggaris yang diberi penanda spidol. Pada Tahap ini standar pemberian tanda spidol pada benang yaitu 40 cm.

Tahap 2 : Keluar dari *size box*

Gambar 2. 10 Pengukuran *Draft* Tahap 2

Pada tahap 2 atau biasa disebut tahap keluar dari *size box* yaitu *Quality Control* akan melakukan pengecekan kembali benang yang keluar dari *size box*. Pengecekan dilakukan dengan cara mengukur benang menggunakan penggaris. Pengukuran disesuaikan dengan penanda spidol pada tahap 1 sebelumnya. Tanda panah diatas menunjukkan penanda spidol yang sudah ditandain ditahap 1, dan sebagai acuan dalam pengukuran *draft sizing* di tahap 2

Tahap 3 : Keluar dari *pre dryer*

Gambar 2. 11 Pengukuran *Draft* Tahap 3

Pada Tahap 3 atau biasa disebut tahap keluar dari *pre dryer* yaitu *Quality Contro*l akan melakukan pengecekan kembali benang yang keluar dari *pre dryer*. Pengecekan dilakukan dengan cara mengukur benang menggunakan penggaris. Pengukuran disesuaikan dengan penanda spidol pada tahap 2 sebelumnya.

Tahap 4 : Keluar dari *Dryer*

Gambar 2. 12 Pengukuran *Draft* Tahap 4

Pada Tahap 4 atau biasa disebut tahap keluar dari *Dryer* yaitu *Quality Control* akan melalukan pengecekan kembali benang yang keluar dari *Dryer*. Pengecekan dilakukan dengan cara mengukur benang menggunakan penggaris. Pengukuran disesuaikan dengan penanda spidol pada tahap 3 sebelumnya

Tahap 5 : *Head* Mesin

Gambar 2. 13 Pengukuran *Draft* Tahap 5

Pada Tahap 5 atau biasa disebut dengan tahap pengukuran di bagian *Head* Mesin yaitu *Quality Control* akan melakukan pengecekan kembali benang yang akan masuk kedalam penggulungan *beam*. Pengecekan dilakukan dengan cara mengukur benang menggunakan penggaris. Pengukuran disesuaikan dengan penanda spidol pada tahap 4 sebelumnya.

Contoh pengukuran *draft sizing*

1. Sebelum memasuki *size box*

   Standar diawal = 40 cm
2. Keluar dari *size box*

   Hasil dari pengukuran yang diperoleh yaitu = 40,2 cm
3. Keluar dari *pre dry*

   Hasil dari pengukuran yang diperoleh yaitu = 40,3 cm
4. Keluar dari *dryer*

   Hasil dari pengukuran yang diperoleh yaitu = 40,4 cm
5. *Head* Mesin

   Hasil dari pengukuran yang diperoleh yaitu = 40,5 cm

   Maka diperoleh *draft sizing* :

$$\text{Draft Sizing} = \frac{40{,}5\ cm - 40\ cm}{40\ cm} \times 100$$

$$\text{Draft Sizing} = \frac{0{,}5}{40} \times 100 = 1{,}25$$

Maka *draft* yang diperoleh sebesar 1,25%

2.4 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) adalah teknik yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan dan masalah proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang potensial terjadi pada *system*. FMEA telah banyak digunakan untuk menyelesaikan persoalan prioritas perbaikan (Tjahjaningsih, 2016).

Penentuan prioritas perbaikan pada FMEA tradisional dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing – masing mode kegagalan berdasarkan atas

perkalian dari tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) atau disebut dengan nilai RPN.

Bagian dari FMEA terdiri dari :

1.Fungsi proses

2.Potensi kegagalan

3.Potensi akibat kegagalan

4.Tingkat pengaruh kegagalan (*Severity*)

Tingkatan *severity* merupakan estimasi seberapa serius dampak yang akan ditimbulkan jika kegagalan terjadi. (Ardyansyah & Handayani, 2023). Kriteria penilaian *Severity* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Severity

Kategori efek	**Kriteria pada produk dan proses**	***Rank***
Sangat Berbahaya Tanpa Peringatan	Kegagalan yang mengakibatkan *draft sizing* tidak terkontrol, benang lusi putus massal, kerusakan mesin parah, potensi cedera operator, Benang lusi tidak dapat ditenun.	10
Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan yang mengakibatkan hasil *draft sizing* tidak konsisten, benang lusi sangat lemah dan mudah putus di mesin tenun, kerusakan mesin signifikan, dan penghentian produksi yang lama dan masih berpotensi menghasilkan kain cacat.	9
Sangat Berbahaya	Kegagalan yang mengakibatkan variasi *draft sizing* yang besar antar benang, peningkatan signifikan benang putus di mesin *sizing* dan tenun, kualitas kain sangat buruk	8
Berbahaya	Kegagalan yang mengakibatkan *draft sizing* yang tidak merata di seluruh lebar *beam*, peningkatan benang putus di mesin tenun,	7

Kategori efek	Kriteria pada produk dan proses	*Rank*
	kualitas kain yang tidak konsisten (misalnya, kerutan, kekendoran). Menurunkan efisiensi mesin tenun dan meningkatkan biaya produksi.	
Sangat Signifikan	Kegagalan yang mengakibatkan fluktuasi *draft sizing* yang moderat, sedikit peningkatan benang putus, perbedaan tegangan antar benang	6
Signifikan	Kegagalan yang mengakibatkan sedikit variasi *draft sizing*, sedikit peningkatan benang putus selama *sizing*	5
Moderat	Kegagalan yang mengakibatkan perbedaan kecil dalam *draft sizing* antar benang, peningkatan sedikit gesekan pada benang, perlu lebih sering membersihkan *part* mesin *sizing*. Tidak ada dampak signifikan pada efisiensi penenunan.	4
Ringan	Kegagalan yang mengakibatkan sedikit perbedaan *draft sizing* antar benang, sedikit peningkatan kebutuhan penyesuaian mesin *sizing,* tidak ada dampak yang jelas pada proses penenunan. Memerlukan sedikit lebih banyak perhatian dari operator	3
Sangat Ringan	Kegagalan yang mengakibatkan perbedaan *draft sizing* yang sangat kecil yang hampir tidak terdeteksi, tidak ada dampak yang terlihat pada proses *sizing* atau penenunan. Hanya memerlukan pemantauan rutin.	2
Tidak Berdampak	Tidak ada dampak yang terasa pada kualitas *draft sizing*, proses *sizing*,	1

Kategori efek	Kriteria pada produk dan proses	*Rank*
	atau penenunan. Mesin beroperasi sesuai spesifikasi.	

Sumber : Kumpulan jurnal yang sudah diolah

5.Penyebab kegagalan (*Occurance*)

Metode terbaik dalam menentukan peringkat *occurrance* adalah menggunakan data aktual dari suatu proses. Tim FMEA harus mengestimasi seberapa sering mode kegagalan mungkin muncul saat data aktual kegagalan tidak tersedia (Ardyansyah & Handayani, 2023). Kriteria penilaian *Occurance* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 *Occurance*

Kategori efek	*Failure rates*	*Rank*
Hampir Pasti	Komponen atau sistem yang mempengaruhi *draft sizing* hampir selalu gagal, membutuhkan penggantian atau perbaikan terus-menerus. Kegagalan terjadi setiap *shift*	10
Sangat Tinggi	Kegagalan terkait *draft sizing* sangat mungkin terjadi, mengganggu produksi secara teratur. Komponen perlu diganti setiap minggu.	9
Tinggi	Kegagalan terkait *draft sizing* sering terjadi, menyebabkan masalah kualitas yang berulang. Membutuhkan perbaikan setiap bulan.	8
Moderat Tinggi	Kegagalan yang mempengaruhi *draft sizing* terjadi sesekali. Membutuhkan perawatan terjadwal setiap kuartal.	7
Moderat	Kegagalan yang mempengaruhi *draft sizing* mungkin terjadi sekali atau dua kali selama masa pakai komponen, biasanya terkait dengan faktor eksternal (misalnya, fluktuasi tegangan).	6
Rendah	Kegagalan yang mempengaruhi *draft sizing* tidak mungkin terjadi, tetapi mungkin terjadi dalam kondisi yang tidak biasa (misalnya, komponen yang rusak secara tidak sengaja).	5
Sangat Rendah	Kegagalan yang mempengaruhi *draft sizing* sangat tidak mungkin terjadi, dan biasanya hanya terjadi setelah modifikasi yang tidak tepat	4

Kategori efek	*Failure rates*	*Rank*
	atau penggunaan yang salah.	
Jauh	Kegagalan yang mempengaruhi *draft sizing* sangat tidak mungkin terjadi, dan hanya mungkin terjadi dalam skenario yang sangat ekstrem dan tidak terduga.	3
Sangat Jauh	Kegagalan yang mempengaruhi *draft sizing* hampir tidak mungkin terjadi.	2
Hampir Tidak Mungkin	Kegagalan yang mempengaruhi *draft sizing* sangat tidak mungkin terjadi	1

Sumber : Kumpulan jurnal yang sudah diolah

6.Tingkat Pendeteksian (*Detection*)

Peringkat *detection* dilihat dari bagaimana kegagalan atau efek dari kegagalan dapat terdeteksi. Langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi pengendalian kegagalan yang dapat mendeteksi kegagalan maupun efek dari kegagalan. Jika tidak ada pengendalian mengenai kegagalan maka kemampuan deteksi rendah dan akan menghasilkan peringkat deteksi yang tinggi (Ardyansyah & Handayani, 2023). Kriteria penilaian *Detection* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 *Detection*

Kategori deteksi	Kriteria pada produk dan proses	*Rank*
Hampir Tidak Mungkin Terdeteksi	Tidak ada cara untuk mendeteksi masalah *draft sizing*. Tidak ada sensor, alarm, atau inspeksi visual yang dapat mengungkap masalah tersebut.	10
Sangat Sulit Terdeteksi	Masalah *draft sizing* hanya terdeteksi selama inspeksi kain akhir, setelah sejumlah besar kain telah diproduksi dengan kualitas yang buruk. Membutuhkan inspeksi yang sangat teliti dan berpotensi subjektif.	9

Kategori deteksi	**Kriteria pada produk dan proses**	***Rank***
Sulit Terdeteksi	Masalah *draft sizing* terdeteksi oleh peningkatan benang putus pada mesin tenun, tetapi penyebabnya sulit dilacak kembali ke mesin sizing. Membutuhkan analisis data yang ekstensif dan keterampilan pemecahan masalah yang tinggi.	8
Moderat Sulit Terdeteksi	Masalah *draft sizing* dapat terdeteksi melalui inspeksi manual sampel benang lusi atau dengan mengukur tegangan benang, tetapi prosesnya memakan waktu dan tidak selalu akurat. Memerlukan operator yang berpengalaman dan alat ukur yang terkalibrasi.	7
Moderat	Masalah *draft sizing* dapat terdeteksi dengan menganalisis data dari sensor tegangan pada *mesin sizing*, tetapi alarm hanya akan berbunyi setelah *draft sizing* sudah di luar batas yang dapat diterima. Memungkinkan tindakan korektif dilakukan sebelum sejumlah besar benang cacat diproduksi	6
Mungkin Terdeteksi	Mesin memiliki sistem pemantauan *draft sizing*, tetapi sistem tersebut mungkin tidak cukup sensitif untuk mendeteksi variasi kecil atau mungkin memberikan alarm palsu. Membutuhkan verifikasi manual dan penyesuaian yang sering.	5
Kemungkinan Besar Terdeteksi	Mesin memiliki sistem kontrol *draft sizing* otomatis yang memantau dan menyesuaikan draft secara real-time. Sistem dapat mendeteksi dan mengoreksi	4

Kategori deteksi	Kriteria pada produk dan proses	*Rank*
	sebagian besar masalah sebelum mempengaruhi kualitas benang secara signifikan. Membutuhkan perawatan rutin untuk memastikan akurasi.	
Sangat Mungkin Terdeteksi	Mesin memiliki sistem kontrol *draft sizing* otomatis dengan alarm yang sensitif yang akan memperingatkan operator tentang masalah apa pun segera. Sistem memicu penghentian mesin otomatis jika masalah tidak dapat diperbaiki dengan cepat. Meminimalkan produksi benang cacat.	3
Hampir Pasti Terdeteksi	Mesin memiliki sistem kontrol *draft sizing* otomatis dengan diagnostik yang komprehensif yang akan mendeteksi dan mengisolasi hampir semua masalah. Operator menerima panduan langkah demi langkah untuk perbaikan. Downtime diminimalkan.	2
Pasti terdeteksi	Mesin memiliki sistem kontrol *draft sizing* otomatis sehingga memastikan bahwa setiap penyimpangan dari parameter yang benar segera terdeteksi dan diperbaiki tanpa mempengaruhi kualitas benang atau menyebabkan downtime.	1

Sumber : Kumpulan jurnal yang sudah diolah

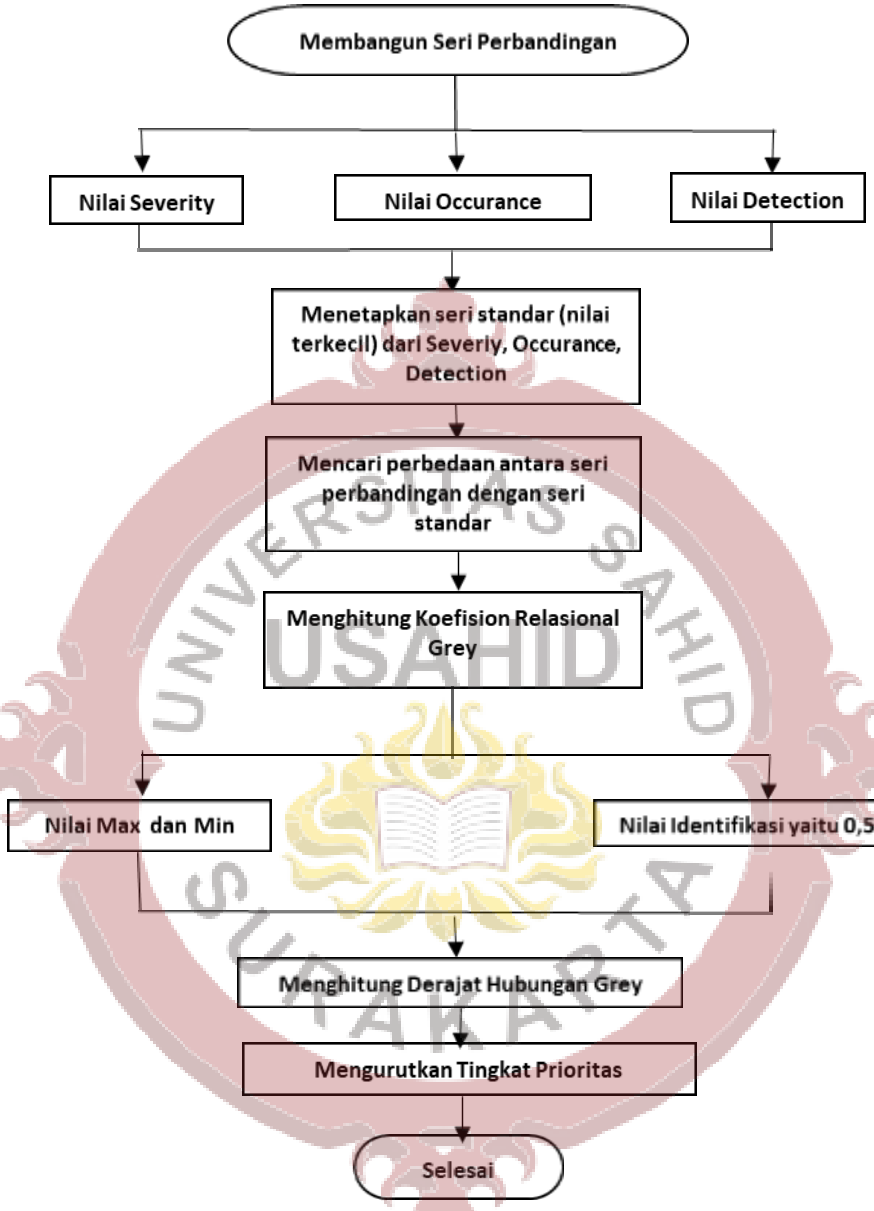
7. Angka prioritas kegagalan *Risk Priority Number* (RPN)

Nilai ini merupakan produk dari hasil perkalian tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi. RPN menentukan prioritas dari kegagalan. RPN tidak memiliki nilai atau arti. Nilai tersebut digunakan untuk meranking kegagalan proses yang potensial. Menghitung RPN untuk setiap efek yang ditimbulkan diperoleh dengan mengkalikan *severity*, *occurance*, dan *detection* (Ardyansyah & Handayani, 2023).

2.5 *Grey Theory*

Grey Theory pertama kali diusulkan oleh Julong Deng pada tahun 1982, yang berkaitan dengan karakteristik keputusan berupa informasi yang tidak lengkap, dan memeriksa perilaku sistem dengan menggunakan analisa hubungan (*relational analysis*), dan penyusunan model (*model construction*). Keuntungan utama dari penggunaan metode *Grey* dalam FMEA adalah kemampuan untuk menentukan bobot yang berbeda untuk setiap faktor dan tidak memerlukan fungsi utilitas dari berbagai bentuk.

Untuk mengatasi kelemahan FMEA tradisional dalam penentuan prioritas resiko, digunakan pendekatan *Grey Theory*. Sebuah pendekatan yang rasional untuk mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan cara yang mudah dan sederhana tanpa memerlukan setiap fungsi utilitas. Beberapa kelemahan dari nilai RPN dalam metode FMEA yang sering diperdebatkan adalah nilai RPN dapat menghasilkan nilai yang sama tetapi mungkin mempunyai representasi risiko yang berbeda, penilaian ketiga parameter *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detection* (D) diasumsikan memiliki tingkat kepentingan yang sama, padahal secara relatif berbeda ketika diimplementasikan dalam dunia nyata, formulasi matematika untuk menghitung RPN dipertanyakan dan diperdebatkan.



Gambar 2. 14 Penentuan Prioritas dengan Metode *Grey Theory*

Langkah- langkah perhitungan *Grey Theory* menurut (Tjahjaningsih, 2016) :

1. Membangun seri perbandingan dari nilai *severity, occurance*, dan *detection*

Rumus :

$$\begin{bmatrix} S & O & D \\ X1(1) & X1\ (2) & X1\ (3) \\ X2\ (1) & X2\ (2) & X2\ (3) \\ X3\ (1) & X3\ (2 & X3\ (3) \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ Xn\ (1) & Xn\ (2) & Xn(\ 3) \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Menetapkan seri standar (nilai terkecil) dari keseluruhan *Severity*, *Occurance, Detection* (Tjahjaningsih, Y. S. (2016).

Rumus : $Xo = Xo\ (1), Xo\ (2), \ldots\ldots, Xo\ (n)$ (2)

Keterangan :

x(0) (k) = data aktual pada waktu ke-k

n = jumlah data

3. Mencari perbedaan antara seri perbandingan dengan seri standar

Rumus :

$$Do = \begin{bmatrix} \Delta o1\ (1) & \Delta o1\ (2) & \Delta o1\ (3) \\ \Delta o2\ (1) & \Delta o2\ (2) & \Delta o2\ (3) \\ \Delta o3\ (1) & \Delta o3\ (2) & \Delta o3\ (3) \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \Delta on\ (1) & \Delta On\ (2) & \Delta on\ (3) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dimana : $|X1\ (1) - X0\ (1)|$

Keterangan :

x1 (1) = Nilai hasil dari perbandingan

x0 (1) = Nilai standar (nilai terkecil)

4. Menghitung koefisien relasional *grey* terdiri dari nilai max, nilai min dan nilai identifikasi yaitu 0,5

Rumus

$$\gamma oi\ (k) = \frac{\Delta oi\ \min + \zeta\ \Delta oi\ max}{\Delta oj\ (\mathrm{k}) + \zeta\ \Delta oi\ max} \quad (4)$$

Keterangan :

Δoi min = *nilai terkecil dari hasil perbedaan*

$\Delta oi\ max$ = *nilai terbesar dari hasil perbedaan*

ζ = 0,5 adalah nilai identifier (Chang, 2001)

γ = gamma atau nilai koefisien relasi grey

Δ0j (k) = Nilai perbedaan

Nilai identifikasi atau *identifier Grey Relational Analysis* (GRA) menurut (Chang, C., Liu, P., & Wei, 2001) secara umum adalah 0,5. Nilai ini digunakan dalam rumus perhitungan koefisien relasi *grey* untuk mengatur sensitivitas perhitungan dan menjaga kestabilan hasil analisis.

Alasan utama penggunaaan nilai 0,5 menurut (Chang, C., Liu, P., & Wei, 2001) yaitu :

a) Memberikan keseimbangan antara nilai selisih data minimum dan maksimum, yang dikenal sebagai deviasi. Ini membuat koefisien relasi *grey* tidak terlalu sensitif terhadap perbedaan kecil atau besar.

b) Menghindari pembagian dengan nol

   Dalam rumus relasi *grey* :

$$\gamma oi\ (k) = \frac{\Delta oi\ \min + \zeta\ \Delta oi\ max}{\Delta oj\ (\mathrm{k}) + \zeta\ \Delta oi\ max}$$

   Untuk menghindari kemungkinan pembagian dengan nol, yang terjadi jika selisih data aktual sama dengan nilai minimum, nilai ζ (*distinguishing coefficient*) atau nilai *identifier* ditambahkan pada penyebut. Ini membuat perhitungan lebih stabil dan menghindari nilai tak terdefinisi.

c) Mempertahankan nilai koefisien dalam batas wajar

   Dengan nilai 0,5, koefisien hubungan *grey* akan selalu berada dalam jangkauan antara 0 dan 1. Ini membuat interpretasi menjadi lebih mudah

karena nilai yang mendekati 1 menunjukkan tingkat kedekatan atau kemiripan yang tinggi antara data sebenarnya dan data acuan (standar). Nilai yang mendekati 0 menunjukkan perbedaan yang signifikan. Rentang ini membuat hasil analisis mudah dipahami dan digunakan untuk pengambilan keputusan.

5. Menghitung derajat hubungan *grey*

   Rumus :

$$\Gamma 0i\,(k) = \frac{1}{3}\sum_{k=1}^{3} \gamma 0i\,(k) \qquad (5)$$

Keterangan :

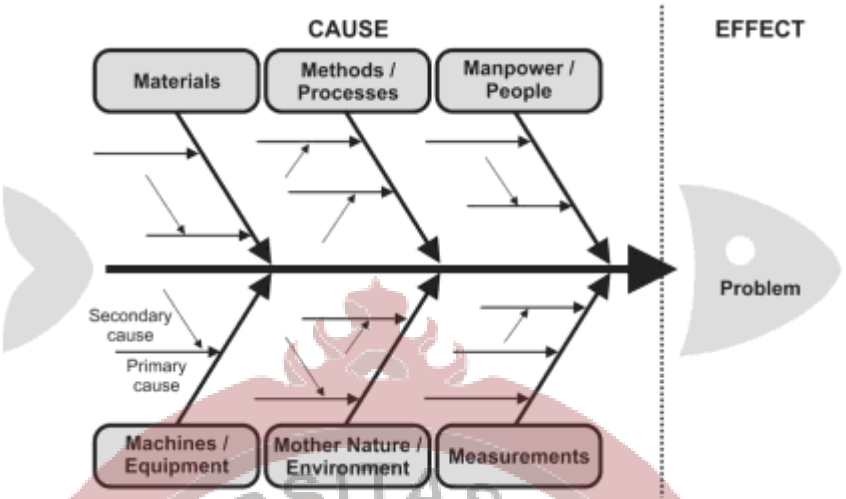
$\Gamma 0i\,(k)$ = Tingkat korelasi dari rata-rata koefisien relasi *grey*

6. Mengurutkan tingkat prioritas

   Mengurutkan tingkat resiko berdasarkan prioritas tingkat resiko diurutkan dari nilai yang terkecil hingga terbesar (Tjahjaningsih, 2016)

2.6 Diagram *Fishbone*

Fungsi dasar diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. Diagram sebab-akibat menggambarkan garis dan simbol yang menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat dari suatu masalah. Diagram tersebut memang digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan. Penyebab masalah ini pun dapat berasal dari berbagai sumber utama, seperti metode kerja, bahan, pengukuran, karyawan, lingkungan, dan seterusnya (Ariani, 2005)



Gambar 2. 15 Diagram *Fishbone*

2.7 Metode 5W+1H

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi secara rinci masalah yang terjadi merupakan langkah perbaikan yang mendukung upaya untuk mengendalikan proses dengan lebih efektif di masa depan. Metode 5W+1H adalah pendekatan pemeriksaan terhadap situasi masalah dengan menggunakan pertanyaan *What*, *Where*, *Why*, *Who*, *When*, dan *How* (Krisnaningsih, E., & Hadi, 2020)

- ✓ *What* (Apa)

  Pertanyaan : Apa yang diperbaiki?
- ✓ *Why* (Mengapa)

  Pertanyaan : Mengapa harus diperbaiki?
- ✓ *Where* (Dimana)

  Pertanyaan : Dimana yang akan diperbaiki?
- ✓ *When* (Kapan/Ketika)

  Pertanyaa : Kapan/Saat kapan diperbaiki?
- ✓ *Who* (Siapa)

  Pertanyaan : Siapa yang memperbaiki?
- ✓ *How* (Bagaimana)

  Pertanyaan : Bagaimana perbaikan yang harus dilakukan?

2.8 Penelitian Terdahulu

Sebagai tambahan landasan teori dan referensi dalam penelitian ini, maka dilakukan *review* literatur terhadap beberapa penelitian terdahulu agar mampu memperkuat atau mendukung adanya penelitian yang akan dilakukan dan dapat menggambarkan mengenai perbedaan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dengan peneliti yang sebelumnya pernah ada agar terhindar dari plagiarisme dan penilitian ini memiliki titik pembeda dari penelitian yang sudah dilakukan dilain tempat.

(Zulfikar, 2021) melakukan penelitian dengan judul "Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Benang Regular dengan Pendekatan *Grey* FMEA". Hasil dari penelitian ini menunjukkan 50 potensi kegagalan dan setelah dilakukan perhitungan nilai RPN dengan menggunakan GFMEA didapatkan 10 potensi kegagalan yang memiliki nilai kritis dan perlu diprioritaskan yaitu *sliver* tebal tipis *drawing*, *uster* menyimpang *drawing*, *ne* menyimpang *drawing*, gembos *speed*, *neps carding*, gembos *ring*, kotor *winding*, tebal tipis *ring*, web lubang-lubang *carding*, dan *sliver* pecah *carding* dengan nilai GRPN sebesar 0,404084; 0,406152; 0,408895; 0,417443; 0,426736; 0,431085; 0,439939; 0,441411; 0,450704; 0,469499.

(Taufik et al., 2023) melakukan penelitian dengan judul "Analisis Penyebab Kerusakan Dan Prioritas Perbaikan Dalam Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode *Grey* Fmea (*Failure Mode Effects Analysis*)" . Hasil dari penelitian ini menunjukkan 6 potensi kegagalan dan perlu di prioritaskan setelah perhitungan *Grey* FMEA yaitu operator lalai dalam mematikan mesin *oven*, suhu pembakaran *blending* kurang panas dan *Set up oven* terlalu cepat dengan nilai RPN 0,502, 0,547 dan 0,594.

(Zahira et al., 2024) melakukan penelitian dengan judul "Analisis Prioritas dan Strategi Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan Diagram *Pareto* Di PT XYZ". Hasil dari penelitian ini menunjukkan 5 potensi kegagalan dan setelah dilakukan perhitungan FMEA

dan diagram pareto diperoleh prioritas perawatan mesin bubut yaitu pada *haft pulley* motor dan *nut screw* dengan nilai RPN sebesar 320 dan 210.

(Saputra & Siti, 2024) melakukan penelitian dengan judul " Analisis Pengendalian Kualitas Kain *Grey* Pada Mesin *Shuttle* Menggunakan *Metode Failure Mode And Effect Analysis* Dan *Fault Tree Analysis".* Hasil dari penelitian ini menunjukkan 14 mode kegagalan yang dihasilkan, kemudian dari hasil pengolahan data menggunakan FMEA, diagram *fishbone*, dan *diagram pareto*, maka didapatkan 8 potensi mode kegagalan yang perlu diprioritaskan .

UNIVERSITAS SAHID
USAHID
SURAKARTA

Penjelasan diatas dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

No	Tahun	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Variabel
1	2021	Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Benang Regular dengan Pendekatan *Grey* FMEA	Muhammad Zulfikar	Metode Kuantitatif Mengintegrasikan *Grey* FMEA	Metode *Grey* Fmea memberikan nilai RPN untuk menentukan prioritas perbaikan pada mesin. Nilai. Terdapat 50 Potensi kegagalan dan 10 potensi kegagalan setelah dilakukan perhitungan RPN dengan *Grey* FMEA	Kategori Pemilihan : ❖ Mode Kegagalan ❖ Kualitas Benang ❖ Grey FMEA ❖ RPN
2	2023	Analisis Penyebab Kerusakan Dan Prioritas Perbaikan Dalam Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode *Grey* Fmea (*Failure Mode Effects*	Muhammad Taufik Ramadhan Ahmad Kholid Al Ghofar	Metode Kuantitatif Menggunakan *Grey* FMEA	Metode *Grey* Fmea memberikan nilai RPN sehingga mampu menentukan strategi dalam perbaikan cacat	Kategori Pemilihan : ❖ Mode Kegagalan ❖ Kualitas ❖ FMEA ❖ RPN

No	Tahun	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Variabel
		Analysis)			produk. Terdapat 6 potensi kegagalan dan 3 Prioritas perbaikan setelah melakukan perhitungan RPN dengan *Grey* Fmea	
3.	2024	Analisis Prioritas dan Strategi Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan Diagram Pareto Di PT XYZ	Qanita Zahira Muhar Arifin Akmal Suryadi	Metode Kuantitatif Menggunakan FMEA dan Diagram Pareto	Metode FMEA dan Diagram Pareto memberikan nilai RPN dalam menentukan strategi perawatan pada mesin bubut. Terdapat 5 potensi kegagaln dan 2 prioritas perawatan mesin setelah melakukan perhitugan RPN Fmea dan Diagram Paretor	Kategori Pemilihan : ❖ Strategi Perawatan ❖ Mesin Bubut ❖ FMEA ❖ Pareto ❖ RPN
4	2024	Analisis Pengendalian Kualitas Kain *Grey* Pada	Andre Perdana Saputra	Metode Kuantitatif, Menggunakan metode	Dari hasil FMEA dan FTA di peroleh	Kategori Pemilihan :

No	Tahun	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Variabel
		Mesin *Shuttle* Menggunakan *Metode Failure Mode And Effect Analysis* Dan *Fault Tree Analysis*	Siti Nandiroh	FMEA dan FTA	nilai RPN sebagai acuan dalam pengendalian kualitas kain *grey*. Terdapat 14 potensi kegagalan dan 10 potensi kegagalan setelah dilakukan analisis dengan FMEA dan FTA	❖ Kualitas Kain *Grey* ❖ Mesin *Shuttle* ❖ FMEA ❖ FTA ❖ Mode Kegagalan
5	2025	Penentuan Prioritas Perbaikan pada Mesin *Sizing* untuk Meningkatkan Kualitas *Draft Sizing* menggunakan Metode *Grey* FMEA	Dora Virma Yolanda Gultom	Metode Kuantitatif, Menggunakan metode FMEA dan *Grey Theory*	Dari hasil *Grey* FMEA terdapat 26 urutan prioritas terdapat 10 prioritas perbaikan yang berbeda dan 16 prioritas perbaikan yang sama.	Kategori Pemilihan : ❖ Mode Kegagalan ❖ Mesin *Sizing* ❖ Kualitas *Draft Sizing* ❖ *Grey Theory* ❖ FMEA ❖ RPN

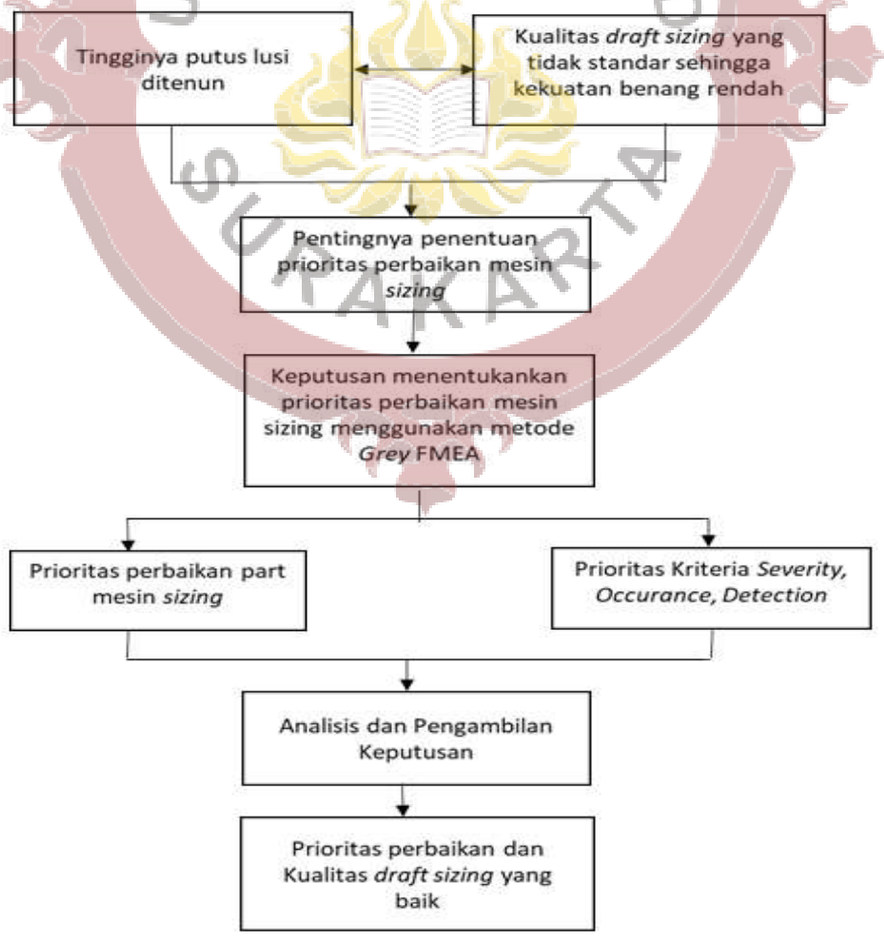
Sumber data : kumpulan jurnal dan penelitian yang sudah diolah

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan peneliti berbagai jenis metode namun metode yang digunakan telah memberikan hasil yang baik dan mampu mengatasi permasalahan yang terjadi khususnya dalam pengendalian kualitas dan penentuan strategi perbaikan pada mesin. Keunggulan dari penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada bidang yang diteliti yaitu mesin *sizing* dan pengendalian kualitas *draft sizing*. Diantara metode yang digunakan yaitu penyelesaian dengan mengaplikasikan tools FMEA dan *Theory Grey*, mempertimbangkan alternatif solusi untuk menyelesaikan akar dari permasalahan yang terjadi.

2.9 Kerangka Pemikiran

(Sugiyono., 2016) arti kerangka pemikiran adalah bentuk strategi konseptual yang mengaitkan antara teori dengan berbagai faktor permasalahan yang dianggap penting untuk diselesaikan, sehingga dalam hal yang lebih mengacu dalam penelitian.

Berdasarkan teori yang ada dalam penelitian ini dan kajian terhadap penelitian terdahulu maka kerangka pemikiran dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2. 16 Kerangka Berpikir

2.10 Gambaran Perusahaan

PT DMDT V berlokasi di Desa Pondok III, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Pada awalnya daerah Sukoharjo tidak diprioritaskan untuk mendirikan kawasan industri, melainkan untuk persaingan Duniatex Group di bidang properti. Namun akhirnya pemilihan lokasi ini didasari dengan pertimbangan terhadap kalkulasi biaya produksi, di mana mengacu pada UMK Kabupaten Sukoharjo yang dapat menekan biaya produksi. Peta lokasi PT DMDT V dapat dilihat pada Gambar 2.16.

Gambar 2. 17 Peta Lokasi PT DMDT V

Sumber : Google Maps, 2024

2.10.1 Aset perusahaan

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian personalia, aset perusahaan merupakan sumber utama dari suatu perusahaan yang bergerak di bidang apapun, terutama pada industri Tekstil, selain sumber daya manusia dan sumber daya teknologi, PT DMDT V membutuhkan sumber daya keuangan atau permodalan yang sangat besar. Permodalan investasi barang yang dimiliki PT DMDT V dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Jenis dan Jumlah Mesin

No	Jenis Mesin	Jumlah Unit
1	*Rewinding*	14
2	*Warping*	18
3	*Sizing*	10
4	*Reaching*	52
5	*Leasing*	3
6	*Tying*	8
7	*Weaving*	
	AJL 280	512

No	Jenis Mesin	Jumlah Unit
	AJL 280	840
	Rapier Itema	120
8	*Inspecting*	46
9	*Folding*	12
10	*Ball Press*	6

Sumber : Personalia PT. DMDT V, 2024

Dari Tabel 2.6. di atas dapat diketahui bahwa jenis mesin yang paling banyak adalah mesin *weaving* AJL 340 dengan jumlah 840 unit dan jenis mesin dengan jumlah yang paling sedikit adalah mesin *leasing* yaitu sebanyak 3 unit.

2.10.2 Pemasaran

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian personalia, PT DMDT V melakukan pemasaran dengan menggunakan dua strategi, yaitu:

1. *Make to stock*

Make to stock merupakan sebuah strategi dengan membuat suatu produk terlebih dahulu kemudian dipasarkan setelahnya. Namun jika produk tidak terjual habis akan ditempatkan di gudang penyimpanan.

2. *Make to order*

Make to order merupakan sebuah strategi pemasaran yang akan memproduksi sebuah produk jika sudah menerima pesanan dari konsumen.

Bagan pemasaran PT DMDT V dapat dilihat pada Gambar 2.17.

Gambar 2. 18 Bagan Pemasaran PT DMDT V