

## BAB IV

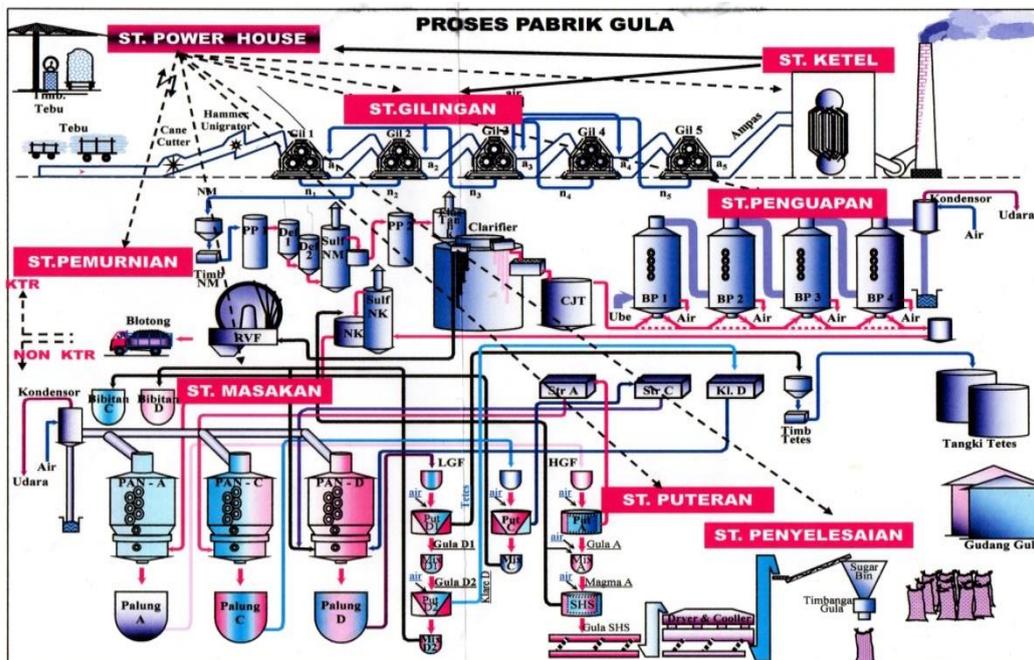
### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini menjelaskan hasil pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan untuk menerapkan dan merancang mesin pemurnian usulan. Serta pengolahan data dengan pendekatan *Value Stream Mapping* dan *Theory of Inventive Problem Solving* untuk mendapatkan rancangan mesin pemurnian nira tebu yang dapat mendukung *Business Process Reengineering* proses bisnis gula tebu.

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Gambar Awal Proses Produksi Gula

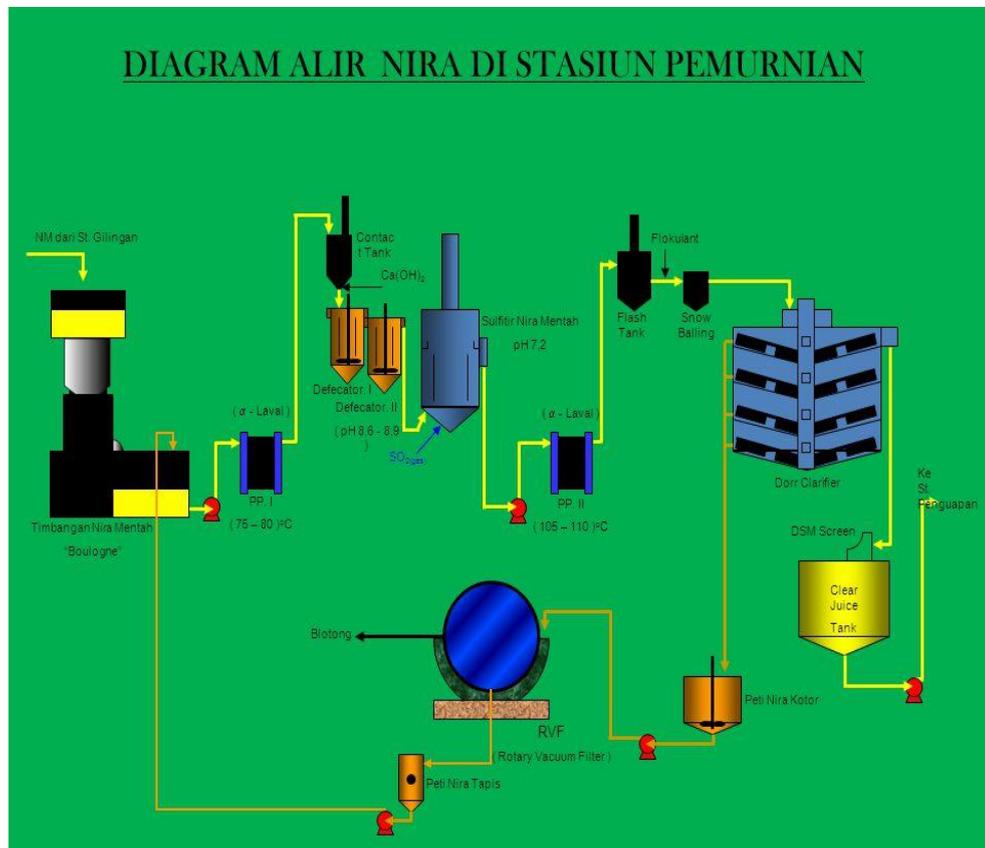
Berikut adalah proses produksi di pabrik gula PT.Maduabaru :



Gambar 4. 1 Proses produksi gula

#### 4.1.2 Gambar Awal Aliran Nira pada Stasiun Pemurnian PT.Maduaru

Proses bisnis pada PT.Madubaru sebelum di lakukan rekayasa proses bisnis memiliki begitu banyak tahapan, bahkan sebelum tebu dilakukan proses penggilingan untuk menghasilkan nira terdapat lebih dari 5 tahapan sebelumnya. Pengolahan tebu pada PT.Madubaru memiliki 5 stasiun, yaitu : stasiun tebang angkut, stasiun gilingan, stasiun pemurnian, stasiun evaporasi, stasiun masakan dan stasiun puteran, akan tetapi pada penelitian kali ini penulis membatasi pembahasan hanya pada stasiun pemurnian artinya proses tersebut hanya pada saat proses pemurnian saja. Berikut *flowchart* pengolahan tebu pada saat proses pemurnian :



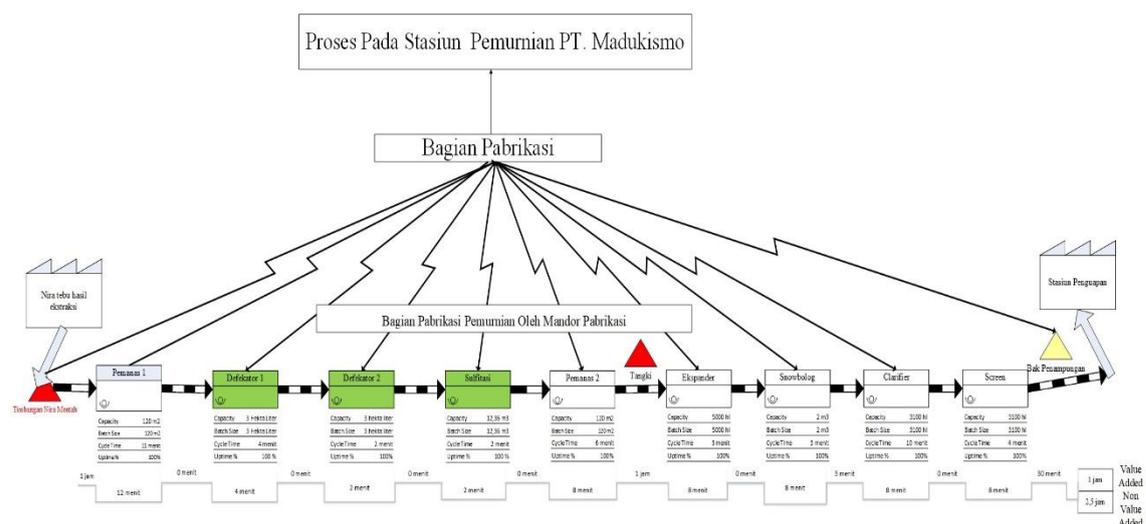
Gambar 4. 2 Proses pemurnian di PT.Madubaru

Pada proses pemurnian Nira dari penggilingan masuk kedalam timbang nira (*boulogne*) dengan kapasitas 5 ton untuk ditimbang, nira kotor hasil penggilingan, kemudian nira ditampung ke dalam bak nira mentah tertimbang dan ditambahkan asam fosfat pHnya menjadi 6,5 untuk mengetahui campuran bahan-bahan kimia saat proses selanjutnya, setelah itu nira dipanaskan pada pemanas 1 pada suhu 75°C untuk

membunuh bakteri-bakteri yang ada di dalam nira, mempercepat terjadinya reaksi pada nira, dan pada suhu ini tidak terjadi kerusakan sukrosa. Defakator 1 dan 2 untuk mencampur dengan susu kapur pada saat pemurnian nira dan menjaga Ph sehingga sukrosa tidak rusak akibat adanya asam serta mengendapkan kotoran yang ada di dalam nira setelahnya masuk ke dalam peti sulfitasi untuk mencampur dan mereaksikan nira mentah terkapur dengan gas belerang, serta memucatkan nira agar dihasilkan kristal gula putih dan yang berikutnya adalah proses pemanas 2 ini berfungsi untuk menyempurnakan reaksi sulfitasi, merubah zat-zat organik yang ada di dalam nira menjadi gas, dan membunuh mikroorganisme yang masih tertinggal di dalam nira. Alat *ekspandeur* digunakan untuk melepas gas-gas yang ada pada nira ke udara luar selanjutnya masuk ke dalam *snow bowling* untuk tempat penambahan flokulan untuk mempercepat penggumpulan atau koagulasi membantu mempercepat proses pengendapan dan yang terakhir *clarifier* digunakan untuk memisahkan nira jernih dan nira kotor.

#### 4.1.3 Identifikasi Aliran Nilai Pemurnian

Untuk mengidentifikasi aliran nilai pada pemurnian nira yang terdapat di lantai pabrik digunakan *Value Stream Mapping* sebagai alat bantu. Berikut VSM dari proses pemurnian nira yang ada di PT.Madubaru :



Gambar 4. 3 *Value stream mapping* pemurnian nira di pabrik

Dari VSM diatas diperoleh informasi pada proses pemurnian ini adalah nira dari penggilingan masuk kedalam timbang nira (*boulogne*) dengan kapasitas 5 ton untuk ditimbang nira kotor hasil penggilingan/ekstraksi. Kemudian nira ditampung ke dalam

bak nira mentah tertimbang dan ditambahkan asam fosfat pHnya menjadi 6,5. Tebu dipanaskan pada pemanas 1 pada suhu 75°C untuk membunuh bakteri-bakteri yang ada di dalam nira, mempercepat terjadinya reaksi pada nira, dan pada suhu ini tidak terjadi kerusakan sukrosa. Defakator 1 dan 2 untuk mencampur dengan susu kapur pada saat pemurnian nira dan menjaga pH sehingga sukrosa tidak rusak akibat adanya asam serta mengendapkan kotoran yang ada di dalam nira. Kemudian masuk ke peti sulfitasi untuk mencampur dan mereaksikan nira mentah bercampur dengan gas belerang, serta memucatkan nira agar warna yang dihasilkan menjadi lebih jernih. Setelah itu pemanas 2 pada suhu 105°C ini berfungsi untuk menyempurnakan reaksi sulfitasi, merubah zat-zat organik yang ada di dalam nira menjadi gas, dan membunuh mikroorganisme yang masih tertinggal di dalam nira. *Ekspandeur* alat ini digunakan untuk melepas gas-gas yang ada pada nira ke udara luar. Kemudian *snow bowling* untuk tempat penambahan flokulan untuk mempercepat penggumpulan atau koagulasi serta membantu mempercepat proses pengendapan. Terakhir masuk ke dalam *clarifier* digunakan untuk memisahkan nira jernih dan nira kotor.

#### 4.1.4 Identifikasi Aktivitas Pada Proses Pemurnian PT.Madubaru

Aktivitas-aktivitas pada proses pemurnian yang ada di PT.Madubaru :

Tabel 4. 1 Pengelompokkan aktivitas pada mesin pemurnian pabrik

Kode	Tipe Aktivitas	VA (Value Added)	NVA (Non Value Added)	NNVA (Necessary Non Value Added)
A. Stasium Pemurnian				
A.1	Timbangan Nira		✓	
A.2	Pemanas 1		✓	
A.3	Defakator 1	✓		
A.4	Defakator 2	✓		
A.5	Sulfitasi	✓		
A.6	Pemanas 2	✓		
A.7	Ekspandeur	✓		

<b>Kode</b>	<b>Tipe Aktivitas</b>	<b>VA (Value Added)</b>	<b>NVA (Non Value Added)</b>	<b>NNVA (Necessary Non Value Added)</b>
A.8	Snow	✓		
	Bowling			
A.9	Clarifier	✓		

Dari hasil pengamatan yang ditunjukkan pada tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk semua aktivitas yang ada di PT.Madubaru pada saat penimbangan nira dan pemanas 1 aktivitas yang *non value added* dikarenakan adanya waktu tunggu yang cukup lama untuk memenuhi timbangan tersebut menjadi penuh dan pemanas 1 proses tersebut dapat dilakukan di mesin ekstraksi.

#### 4.1.5 Biaya Produksi Proses Pemurnian di Pabrik PT.Madubaru

Berikut ini adalah biaya-biaya utama yang ada di pabrik PT. Madubaru yaitu biaya energi, biaya pemurnian dan biaya perawatan :

Tabel 4. 2 Biaya produksi di pabrik PT.Madubaru

No.	Bagian	Komponen biaya	Qty	Satuan	biaya	Total biaya
1	Timbangan Nira	Listrik				
		Pompa nira	7	unit	Rp 1,214,400.00	Rp 8,500,800.00
2	Defekator 1 & 2	Listrik				
		Motor penggerak mesin	2	unit	Rp 290,400.00	Rp 580,800.00
		alat pengatur pH	1	unit	Rp 26,400	Rp 26,400.00
		Komputer	1	unit	Rp 13,200.00	Rp 13,200.00
3	Sulfitasi	Listrik				
		Belerang	1,019.98	kg	Rp 3,434.00	Rp 3,502,603.69
4	Ekspander	Listrik				
		Motor penggerak mesin	1	unit	Rp 290,400.00	Rp 290,400.00
5	Snow Balling	Listrik				
		Motor penggerak mesin	1	unit	Rp 290,400.00	Rp 290,400.00
6	Calirifier	Listrik				
		Motor penggerak mesin	1	unit	Rp 290,400.00	Rp 290,400.00
7	Screening	Listrik				

	Motor penggerak mesin	1	unit	Rp 290,400.00	Rp 290,400.00
8	Pembuatan Susu Kapur				
	Listrik				
	Motor penggerak mesin	1	unit	Rp 290,400.00	Rp 580,800.00
<b>Total</b>					<b>Rp 14,366,203</b>

Pada stasiun pemurnian hampir seluruh aktivitas merupakan aktivitas yang memiliki nilai tambah, akan tetapi aktivitas ini memerlukan tenaga kerja yang cukup banyak dan memakan waktu karena proses yang diakuakn masih dilakukan secara manual. Total Pengeluaran pada pengeluaran energy di pabrik ini adalah Rp 14,366,203 dengan kapasitas 3500 ton. Berikut ini adalah tabel total biaya pabrik mesin pemurnian:

Tabel 4. 3 Biaya pemurnian produksi pabrik

No	Bagian	Biaya
1	Pemurnian	Rp 6,869,035
2	Energi	Rp 14,366,204
3	Perawatan	Rp 9,779,289
	Total 3500 ton tebu	Rp 31,014,528
	<b>Biaya per ton</b>	Rp 8,861

Jika mesin pemurnian yang terdapat di PT.Madubaru saat ini diterapkan pada *reengineering* usulan tidak sesuai dengan prinsip *mobile*. Karena dengan penurunan kapasitas yang dilakukan menjadi 60 ton per 10 jam dan konsumsi biaya pengendalian diatas serta biaya proses defekasi sampai sulfitasi di pabrik akan membebani *reengineering*. Ditambah dengan alat yang ada memerlukan ruang yang besar untuk berjalan

secara optimal. Sehingga perlu perancangan mesin yang lebih sesuai dengan keinginan pengguna yaitu mesin proses produksi *mobile*. Artinya mesin yang terdapat pada *reengineering* harus menyesuaikan dengan kondisi usulan.

#### 4.1.6 Identifikasi Keinginan Pengguna Mesin Pemurnian

Identifikasi keinginan dilakukan dengan melalui 2 tahap kuesioner dengan responden karyawan serta operator bagian pabrikasi dan instalasi sebanyak 26 orang. Tahap pertama yaitu kuesioner terbuka terkait masalah pada mesin pemurnian saat ini dan keinginan mesin pemurnian yang akan dirancang. Tahap kedua yaitu kuesioner tertutup dengan skala 1-5 tentang tingkat kepentingan untuk diselesaikan dan diterapkan dari hasil pengolahan kuesioner pertama. Berikut hasil dari rekapitulasi kuesioner pertama dan kedua serta terjemahan terhadap fungsi yang diinginkan:

Tabel 4. 4 Rekap hasil kuesioner dan terjemahan fungsi alat

Pertanyaan	1	2	3	4	5	Skor	%Prioritas	Fungsi yang diinginkan
Q4 (hasil pemurnian lebih optimal)	0	0	10	7	9	103	79%	Lebih jernih nira yang dihasilkan
Q6 (dapat beroperasi secara otomatis)	0	0	10	15	1	99	76%	Mudah dioperasikan
Q2 (material yang anti korosi)	0	0	10	13	3	97	75%	Material <i>stainless steel</i>
Q5 (mesin pemurnian yg <i>mobile</i> )	0	0	10	15	1	95	73%	Dapat digunakan di lokasi tertentu
Q3 (maintanance rumit jadi hambatan)	0	0	9	16	1	94	72%	Mudah diperbaiki

Q1 (bahan baku pembantu pemurnian mudah di peroleh )	0	0	10	16	0	94	72%	Tidak impor bahan pembantu
--	---	---	----	----	---	----	-----	----------------------------

---

Didapatkan 5 atribut dengan prioritas keinginan konsumen tertinggi yaitu pada atribut hasil pemurnian yang lebih optimal dengan skor 103 dan prioritas sebesar 79% karena konsumen menginginkan fungsi dari mesin pemurnian yang lebih jernih. Prioritas di dapatkan dari skor/130. 130 berasal dari total maksimal skor yang ada di kuesioner.

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Uji Validitas dan Reliabilitas

Fungsi-fungsi yang ada pada tabel 4.5 dinyatakan apabila nilai *Corrected Item-Total Correlation* lebih dari atau sama dengan 0,388 ( $df = n-2 = 26-2 = 24$ ). Jumlah responden dalam melakukan uji validitas dan uji reliabilitas berjumlah 26 orang. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan software SPSS, dapat dilihat bahwa seluruh fungsi dinyatakan *valid*. Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil uji validitas dan realibilitas terhadap 6 fungsi yang diinginkan pengguna mesin pemurnian nira tebu:

Tabel 4. 5 Hasil SPSS uji reabilitas data

<i>Reability Statistics</i>		
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>Cronbach's Alpha Based on Standardized Items</i>	<i>N of Items</i>
.812	.835	6

Tabel 4. 6 Hasil SPSS uji validitas data

	<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	<i>Validitas</i>
Q1	.803	Valid
Q2	.573	Valid
Q3	.675	Valid
Q4	.648	Valid
Q5	.419	Valid
Q6	.499	Valid

Dapat dilihat pada Tabel 4.6, hasil pada *Corrected Item-Total Correlation* dengan nilai signifikansi ( $\alpha$ ) = 5% tidak terdapat nilai yang lebih kecil dari 0,388. Hal ini menunjukkan bahwa keenam fungsi tersebut dinyatakan *valid*. Hasil pengujian realibilitas menggunakan SPSS, nilai *Cronbarch's Alpha* kelima fungsi adalah 0,835 dan termasuk kedalam kategori *acceptable*. Keenam fungsi tersebut dinyatakan konsisten dan dinyatakan akurat sehingga dapat digunakan untuk mendesain alat.

#### 4.2.2 Hasil Metode TRIZ

Untuk menentukan spesifikasi produk akhir dari alat pemurnian nira tebu portable fungsi yang diinginkan dari hasil kuisisioner diolah menggunakan metode TRIZ dengan langkah langkah :

1. Identifikasi fitur matrik kontradiksi TRIZ yang merepresentasikan fungsi yang diinginkan oleh pengguna atau responden.
2. Menentukan alternative solusi yang tepat (*inventive principles*) dari 2 matrik kontradiksi TRIZ yang memberikan beberapa *inventive principle*.
3. Melakukan penerapan alternatif solusi yang digunakan untuk setiap fungsi.

##### 4.2.2.1 Worsening Feature

Berikut adalah *worsening feature* yang akan terjadi jika fungsi yang diinginkan diterapkan pada pengembangan mesin yang akan dibuat:

Tabel 4. 7 *Worsening Feature*

No.	Fungsi yang diinginkan	Worsening Feature (Dampak Negatif)
1	<i>Portable</i>	<i>(Productivity)</i> 39
2	Mudah dioperasikan	<i>(Measurement Accuracy)</i> 28
3	Hasil nira dari mesin lebih optimal	<i>(Difficulty of Detecting and Measuring)</i> 37
4	Mudah diperbaiki	<i>(Device Complexity)</i> 36
5	Material kuat	<i>(Ease of Manufacture)</i> 32

##### 4.2.2.2 Improving Feature

Setelah ditemukan *improving feature* dari setiap fungsi, kemudian di tentukan *improving feature* yang sesuai dengan fungsi yang ada:

Tabel 4. 8 *Improving Feature*

No.	Fungsi yang diinginkan	Improving Feature (Dampak Positif)
1	<i>Portable</i>	<i>(Shape)</i> 12
2	Mudah dioperasikan	<i>(Ease of Operation)</i> 33
3	Pemurnian nira lebih optimal	<i>(Productivity)</i> 39
4	Mudah diperbaiki	<i>(Ease of Repair)</i> 34
5	Material kuat	<i>(Strength)</i> 14

#### 4.2.2.3 Matriks Kontradiksi TRIZ

Pada tahapan ini ditentukan kontradiksi yang terjadi antara *improving feature* dan *worsening feature* dari fungsi yang diinginkan. Titik temu antar elemen akan menghasilkan inventive principles yang merupakan alternatif solusi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *trade-off* yang terjadi:

Tabel 4. 9 *Inventive Principles*

No	Fungsi yang diinginkan	<i>Improving Feature</i>	<i>Worsening Feature</i>	<i>Inventive Principles</i>
1	<i>Portable</i>	( <i>Shape</i> ) 12	( <i>Productivity</i> ) 39	17,26,34,10
2	Mudah dioperasikan	( <i>Ease of Operation</i> ) 33	( <i>Measurement Accuracy</i> ) 28	25, 13, 2, 34
3	Pemurnian nira lebih optimal	( <i>Productivity</i> ) 39	( <i>Difficulty of Detecting and Measuring</i> ) 37	35,18,27,2
4	Mudah diperbaiki	( <i>Ease of Repair</i> ) 34	( <i>Device Complexity</i> ) 36	35,1,13,11
5	Material kuat	( <i>Strength</i> ) 14	( <i>Ease of Manufacture</i> ) 32	11,3,10,32

Didapatkan *inventive principles* untuk fungsi yang diinginkan yaitu *portable* pada tabel 4.9 hasil dari kontradiksi antara *improving feature shape* (12) dengan *worsening feature productivity* (39) menghasilkan saran penyelesaian dengan prinsip 17.*Another Dimensions*, 26.*Copying*, 34.*Discarding and Recovering* dan 10.*Preliminary Action* . Dan prinsip yang dipilih sebagai prinsip yang dipilih yaitu 26.*Copying* karena prinsip ini paling sesuai untuk digunakan sebagai saran mesinn pemurnian usulan khususnya *portable*.

#### 4.2.2.4 Penerrapan *Inventive Principles* Tiap Fungsi

Selanjutnya ialah setelah mendapatkan alternative solusi dari inventive priciples dari tabel atas data kontradiksi worsening dan improving, selanjutnya ialah memilih dan juga menerapkan prinsip yang tepat dari alternative yang telah didapatkan kedalam spesifikasi dan solusi dari alat yang akan dirancang. Berikut ini adalah hasil dari penerapa prinsip :

Tabel 4. 10 Penerapan *inventive principles* tiap fungsi

No	Atribut	Fungsi yang ingin dinaikkan	Yang terkena dampak	<i>Improving Feature</i>	<i>Worsening Feature</i>	Matriks Kontradiksi	Solusi dan Pengaplikasian
1	<i>Portable</i>	Mesin pemurnian ini akan memiliki bentuk dan ukuran yang akan berbeda dengan yang ada di pabrik walaupun masih mempunyai	Produksi yang akan dihasilkan tidak sebanyak produksi yang ada di pabrik	<i>Shape (12)</i>	<i>Productivity (39)</i>	Prinsip 17,26,34 dan 10	Prinsip 26. <i>Copying</i> Ide perbaikan : Mesin pemurnian yang akan dibuat dirancang <i>portable dapat</i> dibawa dan digunakan langsung di kebun tebu. Disini konsep yang ingin digunakan agar dapat digunakan di kebun tebu yaitu dengan meng <i>copy</i> mesin yang ada di pabrik tetapi dibbuat lebih sederhana dan murah dan dengan menambahkan konsep mesin di industri lainnya.

No	Atribut	Fungsi yang ingin dinaikkan	Yang terkena dampak	<i>Improving Feature</i>	<i>Worsening Feature</i>	Matriks Kontradiksi	Solusi dan Pengaplikasian
		fungsi yang sama					
2	Mudah diperbaiki	Mesin dapat diperbaiki dengan mudah jika terjadi kerusakan sederhana oleh operator	Kompleksitas rangkaian harus lebih sederhana dan operator harus memahami mesin keseluruhan	<i>Ease of repair (34)</i>	<i>Device complexity (36)</i>	Prinsip 35,1,13 dan 11.	Prinsip 1. <i>Segmentation</i> , Membuat suatu objek atau system mudah untuk dibongkar. Ide perbaikan : Pembuatan desain mesin pemurnian nira, mesin yang akan dibuat harus mudah dalam hal <i>maintenance</i> /mudah diperbaiki sehingga apabila terjadi kerusakan segera diperbaiki dengan mudah dan cepat.
3	Pemurnian Nira Optimal	Mesin dapat menghasilkan nira yang jernih dan bebas dari	Diperlukan mesin yang lebih efisien	<i>Productivity (39)</i>	<i>Difficulty of detecting and measuring (37)</i>	Prinsip 35,18, 27 dan 2	Prinsip 35. <i>Parameter changes</i> , Mengubah tingkat fleksibilitas dan mengubah objek/system untuk pengaturan yang lebih optimal.

No	Atribut	Fungsi yang ingin dinaikkan	Yang terkena dampak	<i>Improving Feature</i>	<i>Worsening Feature</i>	Matriks Kontradiksi	Solusi dan Pengaplikasian
4	Material yang kuat	ampas tebu yang masih ada  Mesin pemurnia menerapkan bahan yang kuat untuk material mesin yang digunakan yaitu berbahan <i>full stainless steel</i> agar mesin dapat terhindar dari korosi yang disebabkan	dalam proses pemurnian ini  Harga material yang akan mahal dikarenakan menggunakan <i>full stainless steel</i>	<i>Strength</i> (14)	<i>Ease of Manufacture</i> (32),	Prinsip 11,3,10 dan 32	Ide perbaikan : Pada pengaplikasiannya mesin pemurnian nira, mesin yang dibuat harus optimal dalam pemurnian nira agar memperoleh hasil setelah melalui mesin pemurnian ini nira yang sudah jernih.  Pinsip 3. <i>Local Quality</i> (Optimasi Lokal). Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau fungsi sistem dalam kondisi yang paling cocok untuk operasi dan buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau sistem yang berbeda dan memenuhi fungsi yang berguna.  Ide perbaikan : Untuk itu maka diperlukan bahan-bahan yang kuat dan anti korosi untuk beberapa bagian yang ada di

No	Atribut	Fungsi yang ingin dinaikkan	Yang terkena dampak	<i>Improving Feature</i>	<i>Worsening Feature</i>	Matriks Kontradiksi	Solusi dan Pengaplikasian
5	Mudah Dioperasikan	selama proses pemurnian  Operator dapat menggunakan mesin pemurnian ini secara manual sewaktu-waktu dengan mudah	Menurunkan akurasi dari mesin missal takaran susu kapur dan belerang yang tidak tepat oleh operator	<i>Ease of operation</i> (33)	<i>Measurement accuracy</i> (28)	Prinsip 25,13,2 dan 34	<p>pemurnian contohnya untuk penggunaan pipa dan tangki sulfitasi harus menggunakan bahan <i>stainless steal</i> agar tidak mudah korosi yang menyebabkan cepatnya terkikisnya tangki yang digunakan.</p> <p>Prinsip 25. <i>Self-service</i> buatlah sebuah objek atau sistem melakukan pelayanan sendiri dengan melakukan fungsi tambahan</p> <p>Ide perbaikan : menambahkan semi manual untuk operator dengan menyediakan tombol pengendalian manual seperti pengaturan bukaan keran sesuai dengan rekomendasi</p>

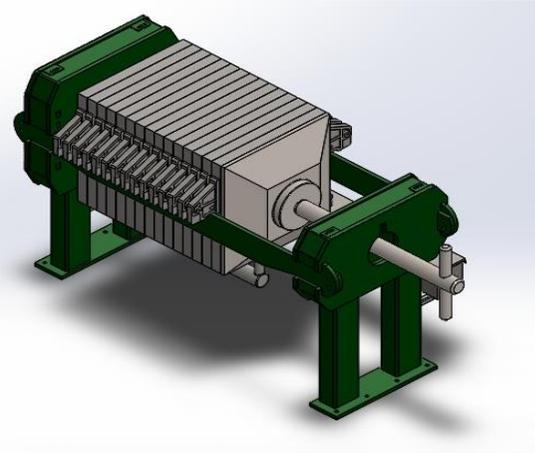
No	Atribut	Fungsi yang ingin dinaikkan	Yang terkena dampak	<i>Improving Feature</i>	<i>Worsening Feature</i>	Matriks Kontradiksi	Solusi dan Pengaplikasian
							perhitungan dari parameter-parameter yang sudah ditentukan.

Dari tabel 4.9 penerapan *inventive principle* hasil dari matrik kontradiksi TRIZ setiap fungsi yang diinginkan oleh pengguna berhasil diterapkan. Dengan menterjemahkan fitur atau atribut yang akan meningkat dengan merealisasikan fungsi dari alat serta menterjemahkan dampak dari peningkatan fitur atau atribut, lalu menggunakan matrik kontradiksi TRIZ untuk mencari solusi yang mungkin dapat diterapkan. Dari beberapa solusi yang diperoleh dapat dipilih solusi yang tepat untuk mengatasi kontradiksi yang terjadi dengan tetap memperhatikan target dari setiap fungsi yang diinginkan di awal.

Contohnya seperti pada atribut no.3 mesin pemurnian nira yang lebih optimal. Permasalahan yang muncul adalah pengguna menginginkan mesin pemurnian yang menghasilkan nira yang lebih optimal dengan teknologi baru. Karena pada proses *filtrasi* di pabrik menggunakan beberapa mesin untuk menjernihkan nira yang sedang di proses yaitu menggunakan contohnya mesin *snow bolling*, *clarifier*, *DSM Screen* untuk mengendapkan nira jernih dan nira kotor, sehingga proses yang dilakukan melewati proses yang cukup panjang. Dari permasalahan itu didapatkan *improving feature* yang diinginkan adalah *productivity* (39) dalam matrik kontradiksi TRIZ dan *worsening feature* yang cocok adalah *Difficulty of detecting and measuring* (37). Hasilnya *inventive principle* Prinsip 35,18, 27 dan 2 muncul untuk alternatif solusi. Dari alternatif yang ada dipilih prinsip 35. *Parameter change* yaitu dengan mengubah tingkat fleksibilitas dan mengubah objek/sistem untuk pengaturan yang lebih optimal. Ide yang ditawarkan yaitu dengan menggunakan teknologi mesin yang ada di bengkel wangdi yaitu *filter press* dengan menggunakan mesin ini dapat memotong proses yang ada di pabrik dan mesin ini sudah teruji untuk menjernihkan nira.



(a)



(b)

Gambar 4. 4 (a) mesin *filter* yang ada di pabrik PT.Madukismo untuk proses penjernihan (b) mesin usulan untuk mesin pemurnian pada proses penjernihan

### 4.2.3 *Virtual Design* Mesin Pemurnian

#### 4.2.3.1 Desain Awal Mesin Pemurnian Pabrik

Gambar mesin ini berdasarkan hasil dari pengambilan gambar yang ada di pabrik PT.Madubaru. :



Gambar 4. 5 Mesin Pemurnian *Vacum Filter* PT. Madubaru



Gambar 4. 6 Mesin Pemurnian Tangki *Ekspandeur*



Gambar 4. 7 Gambar Mesin Defakator



Gambar 4. 8 Tangksi Susu kapur



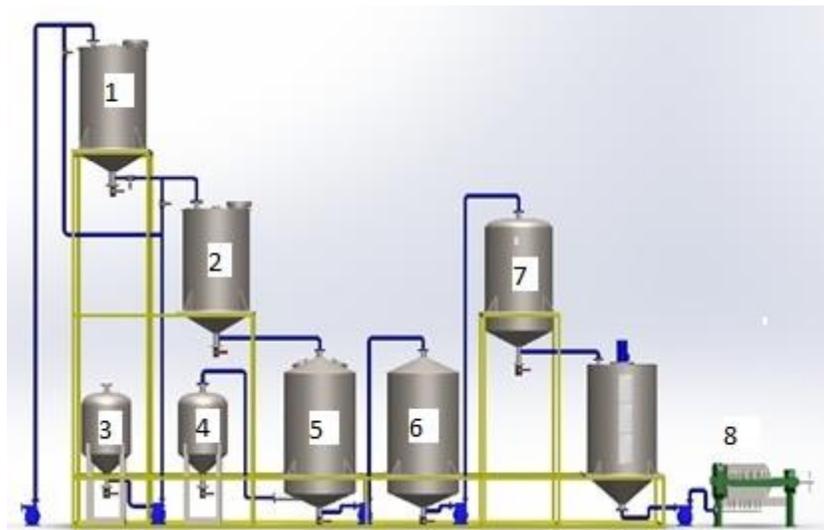
Gambar 4. 9 Rangkaian defakator 1-2



Gambar 4. 10 Timbarang nira

#### 4.2.3.2 *Virtual Design Usulan*

*Virtual Design* digunakan untuk menunjukkan *prototype* rancangan alat dalam bentuk 3D dengan bantuan software *solidwork*. *Virtual design* dibuat berdasarkan hasil dari pengolahan data dan prinsip kerja yang diinginkan oleh pengguna. Sehingga dapat mendukung proses pemurnian dalam pengolahan nira. Berikut hasil perancangan dari mesin pemurnian yang diusulkan :



Gambar 4. 11 Desain mesin pemurnian tampak depan

Keterangan :

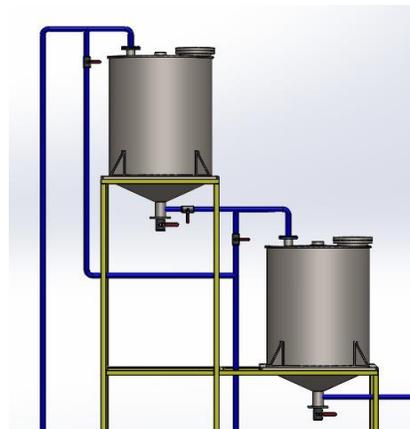
1. Defakator 1
2. Defakator 2
3. Tangki Susu Kapur
4. Tangki Belerang
5. Sulfitasi
6. Pemanas 2
7. Tabung Pendingin
8. *Filter press*

Untuk ukuran kerangka yang digunakan untuk mesin pemurnian usulan ini yaitu panjang 600 cm, lebar 80 cm dan tinggi 200 cm, dengan kerangka ini terdapat roda di bagian bawah kerangka agar mudah di pindahkan pada saat di atas truk ataupun di kebun tebu. Bahan

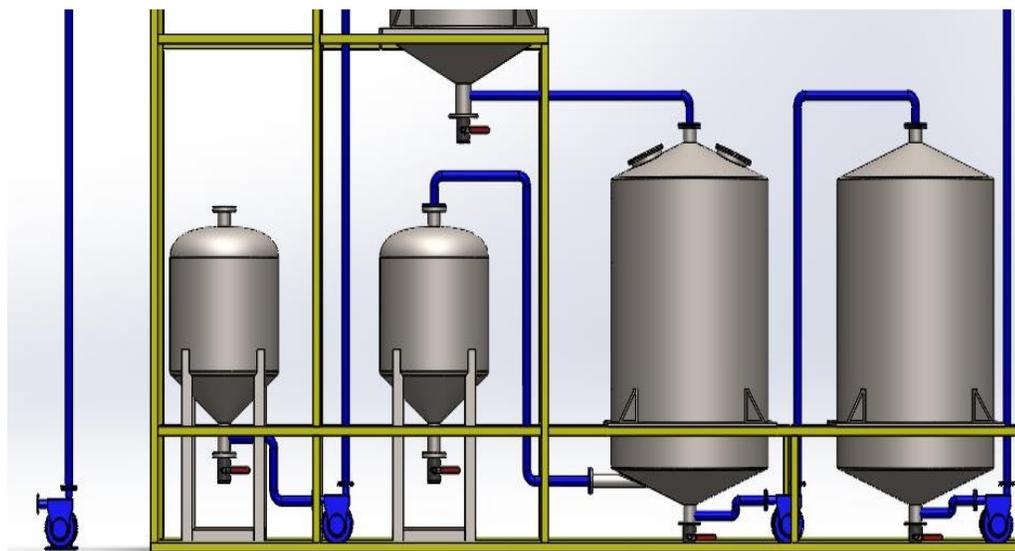
kerangka ini adalah *stainless steel* tujuannya agar kerangka dapat kuat terhadap pengaruh proses kimia yang ada di proses pemurnian karena menyangkut asam dan basa selama prosesnya. Untuk kapasitas tabung yang berukuran besar yaitu sebesar 400L dengan panjang tabung 120 cm dan diameter 77,7 cm. Sedangkan untuk tabung kecil kapasitasnya yaitu 150L, tabung dari mesin pemurnian ini semuanya menggunakan material *stainless steel* dengan alasan agar tabung pemurnian tidak mudah mengalami korosi yang dapat merusak mesin dan mempengaruhi proses pemurnian karena bisa terkontaminasi apabila korosi mengena nira.



Gambar 4. 12 Desain mesin pemurnian tampak atas



Gambar 4. 13 Desain mesin pemurnian bagian defakator 1 dan 2



Gambar 4. 14 Desain mesin pemurnian bagian sulfitasi dan pemanas 2

#### 4.2.4 Spesifikasi dan Anggaran Biaya

Berikut merupakan spesifikasi dari tiap komponen mesin berdasarkan rancangan desain yang diusulkan beserta anggaran biaya dari masing masing tiap komponen yang digunakan:

Tabel 4. 11 Spesifikasi usulan mesin pemurnian

No	Nama	Spesifikasi	Jumlah	Harga
1	Tabung Pemurnian Utama	SS 304 (400 L), tebal 3 mm	6 buah	Rp 91.000.000
2	Pompa	Power : 11+11KW/15+15HP Q (max) Liter/min : 1800 Q (max) meters : 59 Inlet Diameter : 125 Outlet Diameter : 100 Pressure Switch Factory Setting : -1- bar : 4.5 ÷ 5.5 -2- bar : 4 ÷ 5 Berat : 410	5 buah	Rp 22.000.000

No	Nama	Spesifikasi	Jumlah	Harga
3	Tabung Pemurnian Kecil	SS 304 (150 L), 3mm	2 buah	Rp 8.000.000
4	Keran/ <i>valve</i>	Ball Valve, type : One piece, reduce Brand : Sankyo Size : 1" Material : Stainless Steel 316 Pressure Rating : 10 Bar	16 buah	Rp 4.200.000
5	Motor Listrik	7,5 hp, 3 phase	2 buah	Rp 10.000.000
6	Speed Reducer	WPA 100 Ratio 1:30	2buah	Rp 5.000.000
7	Pipa	Ø 1 ½"	8 set	Rp 10.000.000
8	Kerangka	- Plat Besi (5x1x2m) -Variasi berbagai macam tipe baut dan ukuran mulai dari tipe M4 Sampai M30, dengan ukuran 1/ 4" Sampai 3/ 4"	1 set	Rp 9.000.000
9	<i>Filter Press</i>	<i>Stainless Steel</i>	1	Rp 35.000.000
Total				Rp 186.200.000

Spesifikasi ini didapatkan langsung dari keterangan dari pemilik Bengkel Wangdi dari harga dan tipe jenis mesin yang digunakan sebagai mesin pemurnian usulan. Kemudian dari spesifikasi diatas dihasilkan konsumsi energi mesin pemurnian usulan. Diasumsikan mesin tersebut akan diaplikasikan pada badan truk yang akan beroperasi di perkebunan tebu

secara *mobile* sehingga sumber energinya pun berasal dari genset yang dipasangkan pada truk tersebut dengan kapasitas 15000 watt.:

Tabel 4. 12 Konsumsi energi alat

No	Komponen	Qty	kWh	KvA	Solar	Biaya
1	Listrik					
	Adaptor	1 unit	3.6	4.5	9.45	Rp68,040.00
	Pompa	5 unit	3.99	4.9875	10.47375	Rp75,411.00
	Motor	2 unit	5	6.25	13.125	Rp94,500.00
	Listrik					
					Jumlah 60	Rp237,951.00
					Ton Tebu	
					Total 3500	Rp13,880,475.00
					ton tebu	

Biaya energi ini harus di konversi terlebih dahulu dari kWh ke KvA dengan dikali 1,25 sebagai satuan yang telah ditetapkan, agar mendapatkan nilai solar dan di konversi ke rupiah. Setelah itu dihitung biaya produksi pemurnian usulan sebagai berikut :

Tabel 4. 13 *Biaya produksi mesin pemurnian usulan*

No	Bagian	Biaya
1	Pemurnian	Rp 12,581,929
2	Energi	Rp 13,880,475
3	Perawatan	Rp 200,000
	Total per kapasita 3500 ton tebu	Rp 26,662,404
	Biaya per ton	Rp7,618

Biaya ini didapatkan salah satunya dari gaji operator, biaya bahan baku seperti susu kapur dan belerang, kemudian listrik apa saja yang digunakan seperti pompa.

Terakhir adalah perbandingan performansi mesin pemurnian pabrik PT.Madubaru dan mesin pemurnian usulan dari parameter-parameter dalam proses pemurnian seperti berikut :

Tabel 4. 14 *Key performance index*

No	Parameter	Satuan	Target	Sebelum	Perbaikan	Usulan
1	Biaya produksi pemurnian nira	Rp/ton	Lebih kecil dari biaya pabrik	Rp 8,861	Menerapkan <i>inventive principle</i> dari hasil matrik kontradiksi TRIZ kedalam desain alat	Rp7,617

No	Parameter	Satuan	Target	Range
1	Minimal ICUMSA ( <i>International Commission For Uniform Methods of Sugar Analysis</i> )	nilai	Dapat menyamai kejernihan yang sesuai standar SNI gula	81-100

Biaya produksi yang diencanakan antara pabrik dan usulan terjadi penurunan biaya yaitu Rp 8,861 untuk biaya pabrik dan Rp7,617 untuk biaya usulan. Ini didapatkan dari total biaya pemurnian, energi yang digunakan dan perawatan untuk per ton tebu yang diolah di mesin pemurnian. Sehingga ada penurunan biaya sebesar 14% dari biaya pabrik, ini menjadi salah satu pembandingan antara mesin pemurnian usulan dan yang ada di pabrik.

Kemudian minimal nilai ICUMSA (*International Commission For Uniform Methods of Sugar Analysis*) disini telah ditentukan oleh standar nasional Indonesia (SNI) dan pabrik bahwa untuk hasil kejernihan nira yang sesuai dengan standar sehingga usulan mesin pemurnian dengan *range* 81-100 IU ini di harapkan dapat menyesuaikan *range* yang telah ditentukan SNI dan pabrik. Karena apabila *range* ICUMA >100 maka warna gula yang

dihasilkan akan semakin gelap dan coklat dan apabila  $<81$  maka warna dari gula yang duhasilkan semakin putih.