

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis *Customer Attribute* (Kebutuhan Pengguna)

Identifikasi kebutuhan *user* di PG Madkismo terhadap alat evaporasi nira tebu dilakukan dengan dua tahap kuisioner. Pada tahap pertama dilakukan identifikasi permasalahan yang masih terdapat pada stasiun evaporasi yang ada di PG Madukismo, dan kuisioner kedua merupakan identifikasi mengenai kebutuhan perbaikan yang dapat diterapkan pada alat evaporasi yang akan dikembangkan. Setelah dilakukan uji validitas dan reliabilitas terhadap data yang dikumpulkan, maka didapatkan analisa mengenai atribut yang dibutuhkan pengguna terhadap alat evaporasi sebagai berikut:

1. Kemudahan dalam pengendalian/ pengoperasian nira umpan

Atribut ini menunjukkan bahwa pengguna menginginkan alat evaporasi yang memudahkan dalam melakukan pengaturan nira yang akan masuk kedalam badan penguapan. Hal ini dibutuhkan agar dalam melakukan pengoperasian alat evaporasi selanjutnya operator tidak perlu lagi melakukan pengamatan yang berulang – ulang dalam hal pengaturan debit nira yang menyesuaikan dengan kapasitas badan penguapan dan besaran debit nira yang cenderung fluktuatif karena disebabkan tidak adanya penampung nira sebelum dilakukan penguapan. *Sehingga dalam pengembangan fungsi ini kedepannya dapat mempermudah operator dalam pengendalian nira umpan dengan melakukan tahapan yang lebih sederhana dan juga menyetabilkan nira umpan dengan diberikanya penampung nira.*

2. Perawatan dan pembersihan alat yang mudah

Atribut ini muncul disebabkan karena pada alat evaporasi sebelumnya terdapat keluhan pengguna berupa kesulitan dalam melakukan perawatan dan pembersihan alat dikarenakan operator perlu membersihkan bagian dalam badan penguapan yang berbentuk pipa – pipa kecil bediameter sekitar ± 70 mm yang dapat berjumlah hingga hampir lima ribu batang, selain itu

juga terdapat keluhan dalam sulitnya melakukan pemberihan pada bagian penangkap uap nira yang letaknya terlalu tinggi dan sulit untuk dijangkau oleh operator. Maka dari sana perancangan pengembangan alat evaporasi perlu dminimalisir atau dihilangkan bagian alat yang mempersulit operator dalam melakukan pembersihannya, seperti penggantian model penguapan yang tadinya berbentuk susunan pipa menjadi ruang terbuka dalam badan pemanas dengan luas yang tidak dan memberikan jarak yang sesuai untuk ventilasi aliran penguapan sebesar 30 mm dan tinggi badan penguapan yang tidak mencapai 2 meter.

3. Tahapan proses yang lebih singkat

Atribut ini mewakili kebutuhan pengguna yang menginginkan alat evaporasi yang dapat beroperasi secara signifikan dalam satu kali tahapan penguapannya, karena pada alat evaporasi yang ada saat ini memiliki tahapan proses penguapan hingga empat kali pengulangan proses. Hal ini terjadi karena selain suhu uap yang tidak dapat diatur, proses penguapan yang terjadi berlangsung dalam jumlah yang besar dan banyak, sehingga mengakibatkan area penguapan zat cair dari nira terbatas. Oleh karena itu dalam pengembangan alat evaporasi selanjutnya dibutuhkan perancangan alat yang dapat mempersingkat pengulangan proses namun dengan mempertimbangkan kontradiksi yang mungkin akan terjadi seperti diperlukannya energi tambahan dalam menghasilkan suhu uap yang diperlukan.

4. Kemudahan dalam penjagaan dan pengaturan suhu umpan

Atribut ini muncul dikarenakan terdapatnya keluhan pengguna berupa sulitnya mengatur suhu umpan badan penguapan. Hal ini terjadi karena pada alat evaporasi yang ada di PG Madukismo memiliki sumber uap pemanas untuk proses evaporasi yang berasal dari uap panas pada proses penguapan badan evaporator yang ada. Sehingga semakin maju aliran proses evaporasi tersebut maka suhu pemanas yang digunakan akan semakin berkurang. Kisaran suhu uap umpan pun beragam dari 127°C hingga 60°C saja. Walaupun sistem penguapan sudah menerapkan konsep *vacuum*

evaporator, kenyataan yang ada tingkat tekanan udara pada badan penguapan pun tidak jarang mencapai standard yang ada di pabrik, hal itu juga menjadi keluhan bagi operator alat evaporasi. Maka dari itu, pengembangan alat selanjutnya perlu mempertimbangkan suatu sistem penguapan yang suhu uap umpan tersebut dapat diatur sebesar $\pm 90^{\circ}\text{C}$, menyesuaikan sifat nira yang dapat rusak karena suhu yang tinggi.

5. Alat yang dapat digunakan di perkebunan tebu

Atribut ini diperlukan karena dalam pengembangan alat yang akan dilakukan proses evaporasi ini akan berlangsung di areal perkebunan tebu, sehingga dimensi ukuran alat yang nanti akan dioperasikan juga perlu disesuaikan dengan media instalasi alat tersebut. Adapaun media instalasi alat evaporasi ini berupa truk CDD (*Colt Diesel Double*) yang tidak terlalu besar sehingga memungkinkan untuk masuk kedalam areal erkebunan tebu, truk ini memiliki dimensi ukuran sebesar 670 cm x 200 cm x 300 cm.

5.2. Analisis Desain Parameter

Inventive Principles didapatkan melalui hasil kontradiksi matriks antara *improving* dan *worsening feature* yang telah dianalisa. Dari *inventive principles* yang diperoleh melalui matriks kontradiksi TRIZ maka dapat memicu sebuah ide pengembangan, yang sebelumnya berupa solusi umum menjadi solusi spesifik yang diperlukan dalam perancangan alat yang akan dilakukan. Sehingga didapatkan hasil analisis ide pengembangan mengenai beberapa aspek yang dibutuhkan dalam perancangan alat evaporasi sesuai dengan keinginan *stakeholder* sebagai berikut:

1. *Operability*

Fungsi ini memiliki tujuan berupa kemudahan dalam melakukan pengoperasian mesin evaporator khususnya pada bagian aliran nira masuk dan keluar badan penguapan. Ide perbaikan pada fungsi ini dipicu oleh beberapa *inventive principles* ke-12, 1, 34 dan 5. Dengan solusi spesifik yang dihasilkan ialah berupa membuat penampung nira sebelum dilakukan proses penguapan di setiap badan penguapan dan penyalarsan suatu sistem aliran nira yang akan diupkan dari badan penampung nira dengan

penambahan *valve* dan pompa guna mempermudah dan memperlancar pengoperasian alir nira tersebut. Dimana sistem pengaliran tersebut diletakan tepat dibawah badan penguapan dengan jarak ketinggian tidak mencapai 2 meter dan jarak antara pompa ke badan penampung dan pompa ke badan penguapan hanya berkisar 10cm – 15cm guna mempermudah operator dalam mengoperasikan sistem pengaliran tersebut.

2. *Maintenance*

Pada fungsi ini memiliki tujuan bahwa sistem penguapan yang ingin dikembangkan memiliki kemudahan dalam hal perbaikan dan perawatan alat penguapan tersebut dengan *inventive principles* terpilih ialah 1, 35, 11 dan 10. Adapun solusi spesifik yang dihasilkan ialah membuat setiap bagian mesin menjadi bagian yang dapat dibongkar pasang untuk memudahkan saat melakukan pembersihan maupun perawatan berkala. Terdapat 4 bagian utama. Ide yang lainya ialah mengubah kompleksitas bagian dalam badan penguapan menjadi lebih sederhana sehingga mudah dilakukan perawatan dan perbaikan, yang sebelumnya terdapat ribuan pipa – pipa kecil yang berada pada badan pemanas dihilangkan sehingga terbentuk badan pemanas dengan diameter 80 cm dan luas permukaan mencapai 4200 cm² dan ide yang terakhir ialah penambahan sistem aliran pembuangan nira sisa hasil proses evaporasi guna mempermudah pembuangan nira hasil sisa proses evaporasi tersebut

3. *Process*

Pada fungsi ini bertujuan bahwa mesin yang akan dikembangkan dapat berjalan dengan membutuhkan tahapan proses yang lebih singkat. prinsip yang terpilih ialah prinsip 1, 28, 6 dan 35. Adapun solusi spesifik yang dihasilkan dari beberapa prinsip tersebut ialah membagi alat evaporasi kedalam dua bagian utama yaitu badan penampung dan badan penguapan dengan spesifikasi yang sama yang telah dibahas pada atribut sebelumnya. Serta ide yang dihasilkan lainya ialah perubahan konsep penguapan dengan cara mengubah bentuk nira umpan menjadi bentuk *droplet* yang menjadikan permukaan penguapan nira lebih luas dengan menambahkan sistem *shower*

untuk menyempatkan nira tersebut pada badan penguapan. Pada fungsi ini juga menghasilkan ide pemangkasan pengulangan proses penguapan yang sebelumnya terdapat 4 kali pengulangan proses evaporasi menjadi 2 kali proses saja, hal ini akan diperkuat dengan konsep penguapan yang akan dibahas pada pembahasan fungsi *Temperature*.

4. *Temperature*

Fungsi ini dimaksudkan agar pengembangan mesin memiliki kemudahan dalam penjagaan dan pengaturan suhu umpan. Adapaun *inventive principles* terpilih pada fungsi ini ialah prinsip 19, 15, 3 dan 17. Bentuk solusi spesifik yang dihasilkan dalam usulan desain pengembangan pada fungsi ini berupa penggantian sistem pemanas yang sebelumnya ialah sisa uap pembuangan stasiun yang menghasilkan panas menjadi, penambahan bagian kompor buatan berupa gabungan pemanas dan *blower* yang dirangkai sedemikian rupa sehingga akan menghasilkan panas yang diinginkan ($\pm 90^{\circ}\text{C}$) agar penguapan nira yang berbentuk butiran yang jatuh di dalam badan pemanas teruapkan dengan baik. Penerapan alat pendeteksi suhu berupa *Automatic Thermocouple* dan *solenoid valve* diaplikasikan kedalam prinsip ini yang berfungsi sebagai pengatur otomatisasi pengendalian temperatur yang dibutuhkan pada mesin tersebut.

5. *Portable*

Fungsi ini dimaksudkan agar suatu pengembangan alat evaporasi dapat memiliki sifat – sifat sebuah objek yang dapat menyesuaikan dengan lingkungan sekitar untuk mencari kondisi yang lebih optimal atau dalam kata lain mesin yang dapat digunakan di perkebunan tebu. *Inventive* yang terpilih ialah prinsip ke 15, 35, 29 dan 1. Dimana hasil dari solusi spesifik yang dihasilkan terhadap pengembangan alat berupa penyesuaian dimensi ukuran alat dengan penyesuaian lingkungan yang bertujuan proses penguapan ini dapat dilakukan di lingkungan perkebunan tebu, penyesuaian dapat berupa panjang, lebar, tinggi juga pada kapasitas produksi dalam satu kali proses produksi nira tebu. Sehingga media instalasi alat berupa truk

dengan ukuran panjang kurang lebih 6,7 meter, lebar 2 meter dan tinggi 3 meter.

5.3. Analisis Validasi Desain Usulan

Berdasarkan hasil uji *marginal homogeneity* yang telah dilakukan pada tingkat signifikansi 5%, diperoleh bahwa atribut kemudahan pengendalian nira umpam memiliki nilai *Z value* sebesar 0,841, atribut kemudahan dalam melakukan perawatan dan pembersihan memiliki nilai *Z value* sebesar 0,131, atribut tahapan proses yang singkat memiliki *Z value* sebesar 0,201, atribut pengaturan dan penjagaan suhu umpam yang mudah memiliki nilai *Z value* sebesar 0,127, sedangkan untuk atribut dapat digunakan di perkebunan tebu memiliki nilai *Z value* sebesar 0,144. Oleh karena keseluruhan nilai *Z value* setiap atribut memiliki nilai $> 0,05$ maka hipotesa H_0 diterima, yang juga dapat diartikan bahwa tidak dapat perbedaan sikap yang signifikan antara atribut kebutuhan *stakeholder* terhadap rancangan alat evaporasi yang diusulkan. Dalam kata lain rancangan alat evaporasi secara *mobile* yang diusulkan telah sesuai dengan kebutuhan *stakeholder*.