

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis Hasil TRIZ**

Analisis dilakukan pada metode TRIZ yang digunakan pada penelitian ini, terdapat 4 analisis utama pada metode TRIZ desain alat pengubah kabut menjadi air.

##### **5.1.1 Kontradiksi Teknis**

Terdapat 7 permasalahan yang berkaitan dengan 4 atribut pada alat pengubah kabut menjadi air seperti ditunjukkan pada tabel 4.2. Dari 7 permasalahan, didefinisikan dan dipahami bahwa permasalahan tersebut semua adalah *inventive problem* sehingga diselesaikan dengan *engineering contradiction* yaitu penyelesaian masalah dengan strategi kreatif untuk dua parameter yang saling bertentangan pada penyelesaian suatu masalah. Seperti pada tabel 4.4 dengan kode permasalahan M1 yaitu alat harus dapat memaksimalkan kabut yang ditangkap melalui jaring penangkap terdapat solusi berupa penggunaan jaring polipropilen untuk meningkatkan efisiensi penangkapan kabut yang merupakan *improve feature*. Namun disisi lain terdapat kontradiksi atau dampak berupa jaring lebih mudah rusak oleh sinar UV karena umur pemakaian yang pendek, ini merupakan *worse feature*.

Pada M2 yaitu permasalahan berupa posisi jaring tegak lurus mempengaruhi jumlah jaring yang ada terdapat *improve feature* yaitu posisi jaring miring agar memuat banyak lapisan. Namun dampak atau *worse feature* berupa membutuhkan ruang lebih luas, tidak praktis untuk pendaki. Selanjutnya pada M3 permasalahan berupa air yang didapatkan sulit untuk mengalir ke bawah karena jenis jaring tertentu membuat air terperangkap namun sulit turun dengan *improve feature* yaitu penggunaan jaring vertikal untuk mempercepat aliran air. Dampak atau *worse feature* solusi ini adalah aliran terlalu cepat sehingga air tercecer atau terbawa angin. Pada M4 permasalahan berupa penampung air harus bisa menampung air dari semua sisi dengan solusi *improve feature* yaitu

hasil air masuk seluruhnya ke penampung sehingga tidak terbuang. *Worse feature* dari solusi ini adalah penampung berukuran besar sehingga menyulitkan dibawa pendaki.

Pada M5 permasalahan berupa adanya partikel lain dari atas yang dapat masuk ke alat, solusi peningkatan berupa adanya penutup alat pada sisi samping dan atas sehingga air yang didapat lebih bersih. Namun dampaknya adalah jaring alat bertambah sehingga pemasangan lebih rumit. Kemudian pada M6 permasalahan berupa kepastian kebersihan dari air yang terkumpul dengan solusi peningkatan berupa adanya filter sebelum air masuk ke penampung menjadikan air lebih higienis. Namun dampaknya berupa aliran air lebih lambat karena filter bisa tersumbat. Pada M7 permasalahan ukuran alat yang sesuai untuk pendaki dengan *improve feature* yaitu desain dibuat lebih sederhana dan mudah dipasang. Namun terdapat *worse feature* berupa luas jaring lebih kecil, hasil tangkapan air berkurang.

Dari 7 permasalahan dengan solusi peningkatan dan dampak yang ada, langkah selanjutnya adalah menentukan peningkatan dan dampak yang sudah ada termasuk kategori apa pada parameter TRIZ. Parameter ini sesuai dengan tabel 4.2 untuk menentukan setiap kategori solusi peningkatan dan dampak.

### 5.1.2 Pemilihan Prinsip Inventif

Berdasarkan kategori parameter TRIZ untuk setiap solusi peningkatan dan dampak seperti tabel 4.5 dan 4.6, maka terdapat 4 *improve feature* dan 6 *worse feature*. *Improve feature* tersebut yaitu parameter 9, 27, 33, dan 39. Parameter 9 adalah *speed* yaitu peningkatan kecepatan proses atau objek, parameter ini terdapat pada permasalahan M3. Parameter 27 adalah *reliability/quality* yaitu peningkatan kualitas air, terdapat pada permasalahan M5 dan M6. Kemudian parameter 33 adalah *ease of operation* yaitu kemudahan penggunaan atau pengoperasian meningkat, terdapat pada permasalahan M7. Dan parameter 39 adalah *productivity* yaitu peningkatan efisiensi atau produktivitas alat, ini terdapat pada permasalahan M1, M2 dan M4.

Sedangkan 6 *worse feature* atau dampak dari solusi permasalahan yaitu parameter 8, 9, 23, 27, 36, dan 39. Parameter 8 adalah *volume of stationary* yaitu volume dari alat berkurang, karena alat ini tidak menggunakan mesin atau motor sehingga parameter ini yang digunakan. Parameter ini terdapat pada permasalahan M2 dan M4. Parameter 9 yaitu *speed* berupa melambatnya kecepatan proses atau objek pada permasalahan M6. Kemudian parameter 23 yaitu *loss of substance* berupa hilangnya massa atau air yang terbuang, terdapat pada permasalahan M3. Parameter 27 adalah *reliability* yaitu penurunan keandalan alat, parameter ini terdapat pada permasalahan M1. Selanjutnya parameter 36 adalah *device complexity* yaitu kompleksitas alat yang semakin rumit, terdapat pada permasalahan M5. Dan parameter 39 yaitu *productivity* berupa berkurangnya efisiensi atau hasil dari alat ini, terdapat pada permasalahan M7.

Setiap permasalahan terdapat *improve* dan *worse* yang terjadi sehingga dibuat matriks kontradiksi berdasarkan metode TRIZ. Hasilnya seperti tabel 4.7 setiap *improve feature* dan *worse feature*, menghasilkan 3 atau 4 prinsip inventif. Namun yang ditampilkan pada matriks hanya prinsip-prinsip yang dihasilkan untuk permasalahan, bukan semua prinsip setiap *improve* dan *worse*. Karena permasalahan yang ada dan matriks yang dihasilkan untuk digunakan tidak semua dari setiap *improve* dan *worse feature*.

Pada tabel 4.8 setiap permasalahan menghasilkan beberapa prinsip inventif. Tidak semua prinsip dipilih untuk setiap permasalahan, namun dalam satu permasalahan dapat dipilih lebih dari satu prinsip. Pemilihan prinsip inventif ini menghasilkan solusi spesifik seperti tabel 4.9. Permasalahan M1 prinsip yang digunakan adalah prinsip 1 yaitu *segmentation*. Prinsip *segmentation* dipilih karena secara luas mencakup peningkatan tingkat fragmentasi atau segmentasi. Kerapatan tinggi pada jaring adalah bentuk fragmentasi material menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan banyak. Prinsip lain tidak digunakan karena prinsip *parameter changes* melibatkan perubahan keadaan fisik (cair ke gas).

Prinsip *preliminary action* berarti melakukan tindakan sebelum dibutuhkan. Meskipun relevan, prinsip ini lebih ke arah persiapan, sedangkan masalah utama adalah efisiensi struktur alat. Dan prinsip *strong oxidants* berarti melibatkan reaksi kimia atau penggunaan oksigen yang diperkaya dan ini tidak relevan.

Permasalahan M2 menggunakan prinsip 10 yaitu *preliminary action*. Prinsip *preliminary action* dipilih karena definisi dari mengatur objek sedemikian rupa sehingga dapat beraksi dari tempat yang paling nyaman dan melakukan perubahan posisi sebelum dibutuhkan. Prinsip lain tidak dipilih karena prinsip *thermal expansion* menggunakan pemuaian bahan akibat panas. Alat ini digunakan pendaki di dan tidak memiliki sumber panas aktif, sehingga prinsip ini tidak diterapkan. Prinsip *taking out* berarti memisahkan bagian yang mengganggu. Masalahnya bukan membuang bagian, tetapi menambah kapasitas tangkap dalam ruang terbatas. Dan prinsip *parameter changes* yaitu mengubah properti fisik tidak menyelesaikan masalah geometri/ruang susunan jaring.

Prinsip *preliminary action* juga digunakan pada permasalahan M3. *Preliminary action* dipilih sesuai dengan prinsip mengatur objek sebagai bentuk persiapan dari proses pengoperasian. Posisi vertikal disiapkan sebelumnya untuk memastikan gravitasi bekerja maksimal saat kabut cair. Prinsip lain tidak digunakan karena prinsip *the other way round* melakukan kebalikan dari tindakan yang seharusnya. Jika air harus turun, prinsip ini menyarankan menaikkannya, yang bertentangan dengan tujuan pengumpulan air. Prinsip *mechanics substitution* berarti mengganti cara mekanis dengan sensorik/medan listrik. Menggunakan listrik atau sensor untuk mengalirkan air terlalu rumit dan mahal untuk alat pendaki sederhana. Dan prinsip *strong oxidants* berupa reaksi kimia tidak relevan untuk masalah ini.

Selanjutnya pada permasalahan M4 terdapat dua prinsip yang digunakan berupa prinsip 10 yaitu *preliminary action* dan prinsip 2 yaitu *taking out*. Pada prinsip *preliminary action* dipilih karena ini adalah

pengaturan posisi sebelum operasi agar air jatuh tepat sasaran. Kemudian pada prinsip *taking out* digunakan untuk membuat penampung berkonsep modular (terpisah) agar mudah diambil. Ini sesuai definisi memisahkan komponen atau bagian dari suatu objek. Prinsip lain tidak digunakan karena prinsip *thermal expansion* tidak ada relevansi suhu panas untuk memuaikan penampung air. Dan prinsip *parameter changes* yaitu mengubah konsistensi penampung tidak membantu menangkap cipratan air dari berbagai sisi.

Permasalahan M5 menggunakan prinsip 1 yaitu *segmentation*. Prinsip *segmentation* ini membagi alat menjadi bagian-bagian *independen* (tutup atas vs jaring samping). Fungsi tiap segmen dibedakan yaitu satu menahan kotoran dan satu menangkap kabut. Prinsip lain tidak digunakan karena prinsip *skipping* yaitu melakukan proses dengan kecepatan tinggi. Penangkapan kabut adalah proses lambat dan pasif, mempercepat proses tidak mencegah kotoran masuk. Prinsip *the other way round* berarti membalikkan posisi alat, ini tidak menyelesaikan masalah gravitasi kotoran yang jatuh dari atas. Dan prinsip *parameter changes* atau mengubah properti material tidak seefektif menambahkan penghalang fisik (segmentasi).

Permasalahan M6 menggunakan prinsip 11 yaitu *beforehand cushioning*. *Beforehand cushioning* dipilih karena definisi menyiapkan sarana darurat terlebih dahulu untuk mengimbangi keandalan suatu objek yang relatif rendah. Kualitas air alam tidak bisa diandalkan (rendah), maka filter disiapkan sebelumnya (*beforehand*) sebagai pengaman agar *output* air tetap bersih. Prinsip lain tidak digunakan karena prinsip *parameter changes* bisa berarti mengubah air menjadi uap (distilasi) lalu cair lagi. Ini membutuhkan energi besar yang tidak praktis untuk pendaki. Prinsip *mechanics substitution* menggunakan medan magnet/listrik untuk membunuh bakteri. Terlalu kompleks dan butuh daya listrik, sedangkan filter (solusi mekanis/fisik) lebih sederhana dan sesuai prinsip *portability*.

Dan permasalahan M7 menggunakan prinsip 1 yaitu *segmentation*. Prinsip *segmentation* dipilih karena prinsip ini membuat objek mudah dibongkar. Prinsip lain tidak digunakan karena prinsip *dynamics* yaitu membuat bagian alat dapat bergerak satu sama lain. Meskipun bisa membuat alat bisa dilipat, Segmentation atau dibongkar total menjadi bagian terpisah seringkali lebih hemat ruang (*compact*) dibanding mekanisme lipat (*dynamics*) yang membutuhkan engsel dan ruang gerak. Prinsip *mechanics substitution* yaitu mengganti sistem mekanis dengan sensorik tidak ada hubungannya dengan mengecilkan ukuran fisik alat.

Seluruh solusi spesifik yang dihasilkan untuk tiap permasalahan kemudian diterapkan pada fitur atau atribut desain. Namun tidak semua solusi dapat ditampakkan secara nyata pada desain sehingga hanya berupa penjelasan.

#### 5.1.3 Prinsip Inventif Menghasilkan Fitur Desain

Dari 7 permasalahan terdapat 4 prinsip yang digunakan yaitu prinsip 1 berupa *segmentation*, prinsip 2 berupa *taking out*, prinsip 10 berupa *preliminary action*, dan prinsip 11 berupa *beforehand cushioning*. Pada gambar 4.14, prinsip 1 berupa *segmentation* diterapkan pada permasalahan M1 dan M5. Pada M1 dan M5 penggunaan jaring dan penutup merupakan penerapan segmentasi dalam konteks teknik atau sistem, karena keduanya membagi alat ke dalam bagian fungsional yang memiliki peran spesifik dalam mengatur aliran kabut, air, dan partikel, sehingga meningkatkan efektivitas dan keandalan sistem secara keseluruhan.

Selanjutnya prinsip 10 berupa *preliminary action* diterapkan melalui pengaturan orientasi jaring yaitu pada M2 dan M3 serta pemasangan penampung air sejak awal M4, sehingga seluruh sistem telah berada dalam kondisi siap operasi sebelum proses penangkapan kabut berlangsung dan tidak memerlukan tindakan tambahan dari pengguna selama penggunaan. Prinsip 11 berupa *beforehand cushioning* diterapkan melalui pemasangan filter air pada jalur keluaran untuk mengantisipasi kemungkinan kontaminasi partikel halus, sehingga dampak negatif

terhadap kualitas air dapat dikurangi sebelum air digunakan oleh pengguna.

Prinsip pada M7 merupakan penerapan prinsip 1 berupa segmentasi dalam bentuk modularisasi untuk meningkatkan portabilitas alat. Namun pada tahap desain ini, visualisasi masih difokuskan pada segmentasi fungsional internal sistem, sehingga aspek modularitas fisik belum ditampilkan secara eksplisit. Kemudian prinsip 2 berupa *taking out* pada M4 diterapkan pada level konseptual melalui pemisahan fungsi penampung air dari sistem utama. Namun visualisasi desain pada tahap ini masih difokuskan pada struktur fungsional internal alat. Implementasi *taking out* secara fisik memerlukan detail mekanisme pelepasan dan interaksi pengguna, sehingga direncanakan pada tahap desain lanjutan.

#### 5.1.4 Model Desain

Pembuatan desain dilakukan dengan menggunakan software SolidWorks dengan dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan setiap komponen atau *part* dan tahap kedua adalah perakitan dari setiap komponen atau *part* menjadi satu kesatuan alat yang utuh. Pembuatan komponen disesuaikan dengan detail spesifikasi alat seperti pada Tabel Detail Spesifikasi Komponen Alat Pengubah Kabut Menjadi Air, namun dengan ukuran, bentuk, dan jenis detail yang berbeda menyesuaikan penelitian ini dan solusi spesifik dari metode TRIZ.

Sketsa dari alat ini berbentuk balok dengan ukuran 40 cm x 25 cm x 40 cm seperti penelitian Menéndez (2025). Kemudian *frame* yang digunakan berbentuk seperti pipa dengan ukuran menyesuaikan sketsa. Jaring yang digunakan berbentuk plus (*polypropilen*) dan jaring vertikal (*harp*). Jaring polipropilen untuk menangkap kabut, melindungi kabut dari partikel di sisi samping, dan sebagai filter sebelum air masuk ke penampung. Sedangkan jaring harp digunakan untuk mengkap kabut bagian tengah alat dengan posisi tegak lurus sehingga air yang dihasilkan dapat teralirkkan. Kemudian penutup bagian atas berbentuk persegi panjang dengan ukuran 40 cm x 25 cm sesuai ukuran alat dengan bahan polipropilen untuk mencegah partikel lain seperti ranting atau kotoran

jatuh ke alat. Selanjutnya adalah penampung air berupa balok dengan ukuran 40 cm x 25 cm x 5 cm untuk menampung air yang dihasilkan dari kabut.

Selanjutnya pada tahap perakitan, setiap komponen disatukan menghasilkan alat pengubah kabut menjadi air dengan metode TRIZ seperti pada gambar 4.12. Untuk setiap detail komponen dengan posisinya ditunjukkan pada gambar 4.13.

## 5.2 Analisis Hasil Kano

Analisis ini bertujuan untuk menerjemahkan hasil klasifikasi atribut desain ke dalam pemahaman yang relevan dengan kebutuhan pengguna (pendaki) dan menentukan prioritas pengembangan fitur alat pengubah kabut menjadi air.

### 5.2.1 Interpretasi Kategori Kano dan Artinya Bagi Pendaki

Berdasarkan hasil rekapitulasi kuesioner, atribut-atribut alat telah dikelompokkan ke dalam kategori berikut. Berikut adalah interpretasi dari masing-masing kategori dalam konteks penggunaan alat di jalur pendakian.

#### a. Kategori *one-dimensional* (O) atau atribut kinerja

Kategori ini menunjukkan hubungan linear antara kinerja fitur dan kepuasan pengguna. Semakin baik atau lengkap fitur ini, semakin puas pendaki. Sebaliknya, jika kinerjanya buruk atau fitur ini tidak ada, pendaki akan merasa kecewa. Bagi seorang pendaki, fitur dalam kategori ini berkaitan langsung dengan efisiensi dan kemudahan. Pendaki menginginkan alat yang praktis dan tidak menyulitkan. Fitur seperti kemudahan bongkar-pasang (modular) dan kemudahan akses air sangat krusial karena pendaki memiliki keterbatasan tenaga dan ruang (*packing*). Kehadiran fitur ini secara langsung mengurangi beban fisik dan logistik mereka.

#### b. Kategori *attractive* (A) atau atribut kepuasan

Fitur ini merupakan "kejutan menyenangkan" atau nilai tambah yang tidak disangka-sangka. Jika fitur ini ada, kepuasan pendaki meningkat drastis. Namun jika tidak ada, pendaki tidak akan kecewa karena

mereka tidak mengharapkannya secara mutlak. Bagi pendaki ni adalah faktor "Wow" atau inovasi. Dalam konteks alat pengubah kabut portabel, fitur seperti ukuran yang *compact* (kecil) atau adanya penampung air terintegrasi dianggap sebagai bonus kemewahan. Pendaki mungkin terbiasa membawa botol sendiri, jadi ketika alat ini sudah menyediakan penampung (A2F1), itu dianggap nilai tambah yang sangat membantu kenyamanan, meskipun bukan syarat mutlak

c. Kategori *indifferent* (I) atau atribut netral

Kehadiran atau ketiadaan fitur ini tidak mempengaruhi kepuasan maupun ketidakpuasan pengguna secara signifikan. Bagi pendaki fitur ini dianggap tidak penting atau tidak relevan. Bagi pendaki, mekanisme pemasangan alat (apakah ditancapkan di tanah atau digantung) ternyata tidak menjadi prioritas utama, asalkan alat bisa berdiri tegak dan berfungsi. Hal ini karena kondisi medan gunung yang sangat variatif, sehingga pendaki lebih fleksibel beradaptasi dengan cara pemasangan apa pun.

d. Kategori *must-be* (M) atau atribut dasar

Berdasarkan Tabel Rekapitulasi Bab 4, tidak ada fitur spesifik yang masuk kategori ini dalam pengujian akhir. Namun secara konsep, fungsi dasar alat "menghasilkan air" adalah *must-be*. Jika alat gagal menghasilkan air, pendaki akan sangat kecewa, namun jika berhasil, itu dianggap hal yang wajar

#### 5.2.2 Fitur yang Dipertahankan, Ditingkatkan, atau Dihilangkan

Berdasarkan klasifikasi di atas dan nilai *Customer Satisfaction Index* (CSI) serta *Customer Dissatisfaction Index* (CDI), berikut adalah rekomendasi tindakan untuk setiap fitur

a. Fitur yang harus dipertahankan dan ditingkatkan (prioritas utama)

Fitur-fitur ini masuk dalam kategori *One-Dimensional* (O) dan *Attractive* (A). Fokus pengembangan harus diarahkan ke sini untuk memaksimalkan kepuasan pendaki.

1) Penampung air bisa dilepas pasang (A2F2)

Memudahkan pendaki memindahkan air atau membersihkan wadah tanpa harus membongkar seluruh alat. Tindakan yang dilakukan adalah mempertahankan. Dengan memastikan konektor antara *frame* dan penampung tidak mudah lepas.

2) Bukaan langsung ke botol/tumbler (A2F3)

Pendaki ingin air langsung siap minum tanpa proses pemindahan yang rumit yang berisiko tumpah. Tindakan yang dilakukan adalah mengembangkan dengan desain corong atau buka tutup botol.

3) Rangka dapat dibongkar pasang (A4F1)

Memiliki nilai penolakan (CDI) paling tinggi (-44.05%), artinya pendaki akan sangat kecewa jika alat ini permanen (tidak bisa dibongkar). Tindakan yang dilakukan adalah mengembangkan mekanisme locking antar rangka. Memastikan rangka mudah dirakit dalam cuaca dingin (saat tangan pendaki kaku) namun tetap kokoh saat diterpa angin kencan.

4) Adanya penampung air (A2F1)

Sesuai skor CSI tertingginya, ini adalah fitur kunci untuk membuat pengguna menyukai produk atau alat. Tindakan yang dilakukan adalah mempertahankan fitur ini yang sudah ada pada desain awal (metode TRIZ) dan tidak perlu pengembangan.

5) Ukuran alat kecil (A5F2)

Ukuran kecil adalah *delighter* bagi pendaki *ultralight*. Tindakan yang dilakukan adalah mempertahankan dimensi ini agar tetap mudah masuk ke dalam carrier atau mudah dibawa.

b. Fitur yang dapat dihilangkan atau diabaikan (low priority)

Fitur-fitur ini masuk dalam kategori *Indifferent* (I). Menginvestasikan biaya atau waktu desain di sini tidak akan memberikan dampak signifikan pada kepuasan pengguna.

1) Penyangga alat dipasang di tanah (A3F1)

Tindakan yang dilakukan adalah dihilangkan/disederhanakan. Tidak perlu membuat pasak khusus yang berat. Cukup pastikan alat stabil, pendaki bisa mengakalinya dengan batu atau tali *guyline*.

## 2) Dapat digantung di pohon (A3F2)

Tindakan yang dilakukan adalah dihilangkan. Fitur ini memiliki skor kepuasan terendah. Menambahkan tali gantung khusus hanya akan menambah kerumitan produksi tanpa apresiasi berarti dari pendaki.

### 5.3 Integrasi TRIZ-Kano

#### 5.3.1 Tujuan Integrasi TRIZ-Kano

Integrasi metode TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) dan Model Kano dalam penelitian ini bertujuan untuk menjembatani kesenjangan antara inovasi teknis dan kepuasan pengguna. Dalam pengembangan produk, seringkali terjadi dilema di mana solusi yang canggih secara teknis belum tentu sesuai dengan harapan pengguna, atau sebaliknya, keinginan pengguna sulit diwujudkan karena kendala teknis. Oleh karena itu, integrasi ini dilakukan untuk mencapai tujuan-tujuan berikut

##### 1) Menggabungkan keunggulan solusi teknis dan validasi pengguna

Tujuan utama integrasi ini adalah menciptakan sinergi antara kemampuan pemecahan masalah teknis dan pemahaman mendalam terhadap kebutuhan konsumen.

###### a. Peran TRIZ (solusi teknis)

Dalam penelitian ini, TRIZ digunakan pada tahap awal perancangan untuk menghasilkan solusi kreatif atas kontradiksi fisik dan teknis yang muncul, seperti bagaimana membuat alat yang mampu menangkap air secara efisien namun tetap ringkas (kontradiksi antara *productivity* dan *volume of stationary object*). TRIZ menghasilkan konsep desain yang secara teknis feasible dan inovatif tanpa membatasi diri pada preferensi subjektif di awal.

###### b. Peran Kano (validasi pengguna)

Sebaliknya, Metode Kano berperan sebagai validator untuk memastikan bahwa fitur-fitur teknis yang dihasilkan oleh TRIZ benar-benar relevan bagi pendaki. Kano mengklasifikasikan fitur tersebut (seperti modularitas atau penampung air) ke dalam

kategori *must-be*, *one-dimensional*, atau *attractive*, sehingga pengembangan desain tidak hanya didasarkan pada asumsi rekayasa, tetapi juga pada suara konsumen.

2) Menghasilkan desain yang inovatif sekaligus user-centered

Integrasi ini diperlukan untuk memastikan produk akhir tidak hanya berfungsi dengan baik (aspek fungsional), tetapi juga memiliki nilai tambah emosional bagi pengguna. Tanpa TRIZ, desain hanya memenuhi kebutuhan dasar pengguna tanpa adanya terobosan inovasi yang signifikan. Tanpa Kano, inovasi teknis yang dihasilkan mungkin menjadi fitur yang tidak berguna (*indifferent*) atau bahkan tidak diinginkan oleh pengguna. Dengan menggabungkan keduanya, penelitian ini menghasilkan desain alat pengubah kabut yang memiliki fitur *attractive* (menjadi nilai jual unik/inovasi) dan *one-dimensional* (memuaskan kebutuhan kinerja), sehingga tercipta produk yang berpusat pada pengguna (*user-centered design*) namun tetap memiliki keunggulan teknis.

3) Efisiensi alokasi sumber daya pengembangan

Integrasi ini juga bertujuan untuk memprioritaskan fitur mana yang harus dikembangkan lebih lanjut. Berdasarkan klasifikasi Kano, upaya teknis (penyempurnaan desain TRIZ) dapat difokuskan pada fitur-fitur yang memberikan dampak kepuasan tertinggi (kategori *one-dimensional* dan *attractive*), sementara fitur yang masuk kategori Indifferent dapat disederhanakan atau dieliminasi untuk mengurangi kompleksitas dan biaya produksi

### 5.3.2 Proses Integrasi TRIZ–Kano

Integrasi metode TRIZ dan Kano dalam penelitian ini tidak dilakukan secara tumpang tindih, melainkan secara sekuensial (berurutan) di mana *output* dari metode pertama menjadi input bagi metode kedua. Proses integrasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa desain akhir yang dipilih tidak hanya inovatif secara teknis, tetapi juga tervalidasi oleh preferensi pengguna. Berikut adalah tahapan detail integrasi tersebut

### 1) Tahap inisiasi solusi (*output* TRIZ)

Proses diawali dengan penerapan metode TRIZ untuk memecahkan masalah teknis pada desain alat pengubah kabut. Masalah desain diterjemahkan ke dalam 39 Parameter Teknis TRIZ (contoh *productivity vs volume of stationary object*). Kemudian dengan menggunakan *contradiction matrix* untuk menemukan *inventive principles* yang relevan (seperti *segmentation, taking out, preliminary action*). Hasil Akhir TRIZ berupa prinsip-prinsip inventif diterjemahkan menjadi fitur fisik atau spesifikasi desain awal.

### 2) Tahap penerjemahan atribut (TRIZ ke Kano)

Fitur-fitur teknis yang dihasilkan oleh TRIZ kemudian dikonversi menjadi atribut pertanyaan yang dapat dipahami oleh pengguna awam. Integrasi ini bersifat saling melengkapi atau menyempurnakan. TRIZ bekerja di ruang solusi teknis, sedangkan Kano bekerja di ruang kebutuhan pengguna. Pertemuan keduanya terjadi saat seleksi fitur desain akhir. Fitur teknis tidak langsung ditanyakan "Apakah Anda suka prinsip segmentasi?", melainkan diubah menjadi bahasa manfaat "Bagaimana jika rangka alat bisa dibongkar pasang?". Mengubah bahasa ini dilakukan dengan proses *brainstorming* antara peneliti, dosen, aktivis pendakian dan pihak pengelola. Sehingga didapatkan 9 atribut yang merupakan aspek teknis dan non teknis. Untuk kemudian 9 atribut tersebut dihubungkan atau dikategorikan dengan 4 aspek kinerja utama. Detail hubungan antara prinsip TRIZ, aspek teknis/non-teknis atau faktor pengguna, dan aspek kinerja utama alat atau tujuan desain adalah sebagai berikut

- a. M1 prinsip *segmentation* yaitu meningkatkan efisiensi tangkapan kabut dengan jaring polipropilen rapat. Aspek kinerja utama alat berupa A1 yaitu efisiensi hasil (*yield/produktivitas*). Aspek teknis dan non-teknis berupa B5 atau ukuran alat yaitu penggunaan jaring lebih luas tanpa memperbesar alat. B6 atau ringan yaitu penggunaan material polipropilen ringan. Dan B7 atau tahan cuaca yaitu penggunaan material tidak mudah rusak.

- b. M2 prinsip *preliminary action* yaitu menempatkan jaring miring agar lebih banyak menangkap kabut. Aspek kinerja utama alat berupa A1 yaitu efisiensi hasil dan A2 yaitu aliran dan penampungan air. Aspek teknis dan non-teknis berupa B3 atau pemasangan/instalasi alat yaitu posisi miring memerlukan sistem pemasangan stabil dan B4 atau modular/lepas-pasang yaitu memudahkan penyesuaian posisi jaring.
- c. M3 prinsip *preliminary action* yaitu menambah jaring vertikal di tengah untuk memaksimalkan aliran air. Aspek kinerja utama alat berupa A2 yaitu aliran dan penampungan air. Aspek teknis dan non-teknis berupa B3 atau pemasangan/instalasi alat yaitu sistem jaring tengah perlu kemudahan rakit dan B9 atau kebersihan alat yaitu memudahkan aliran air tanpa genangan atau kotoran.
- d. M4 prinsip *preliminary action* dan *taking out* yaitu penampung air di bawah dan modular untuk pengambilan air. Aspek kinerja utama alat berupa A2 yaitu aliran & penampungan air dan A4 portabilitas. Aspek teknis dan non-teknis berupa B2 atau tempat penampung air yaitu posisi penampungan optimal dan B4 atau modular/lepas-pasang yaitu memudahkan bongkar pasang penampung.
- e. M5 prinsip *segmentation* yaitu menutup bagian atas & samping agar air tetap bersih. Aspek kinerja utama alat berupa A3 yaitu kualitas & kebersihan air. Aspek teknis dan non-teknis berupa B7 atau tahan cuaca yaitu perlindungan dari hujan/debu dan B9 atau kebersihan alat yaitu mencegah kotoran masuk dan efisiensi pembersihan alat.
- f. M6 prinsip *beforehand cushioning* yaitu menambahkan filter untuk meningkatkan kualitas air. Aspek kinerja utama alat berupa A3 yaitu kualitas & kebersihan air. Aspek teknis dan non-teknis berupa B8 atau ramah lingkungan yaitu air bersih tanpa bahan kimia tambahan dan B9 atau kebersihan alat yaitu filtrasi menjaga higienitas sistem

g. M7 prinsip *segmentation* yaitu desain alat modular untuk kemudahan bongkar pasang dan dibawa. Aspek kinerja utama alat berupa A4 yaitu portabilitas & kemudahan penggunaan. Aspek teknis dan non-teknis berupa B4 atau modular/lepas-pasang yaitu fitur utama. B5 atau ukuran alat yaitu mudah disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Dan B6 atau ringan yaitu mudah dibawa oleh pendaki

Dari aspek teknis dan non teknis ini dibuat pertanyaan terkait fitur yang ada pada desain.

3) Tahap validasi pengguna (kuesioner Kano)

Atribut-atribut tersebut disusun dalam kuesioner Kano yang memuat pertanyaan tingkat kepentingan, pertanyaan fungsional (jika fitur ada) dan disfungsional (jika fitur tidak ada). Kuesioner ini disebarluaskan kepada responden (pendaki) untuk mendapatkan data empiris mengenai preferensi mereka terhadap fitur hasil inovasi TRIZ tersebut.

4) Tahap klasifikasi dan prioritas (*output* Kano)

Data kuesioner diolah untuk mengkategorikan setiap fitur ke dalam kategori Kano (*must-be*, *one-dimensional*, *attractive*, *indifferent*) serta menghitung nilai *Customer Satisfaction Index (CSI)* dan *Customer Dissatisfaction Index (CDI)*. Output dari tahap ini adalah peta prioritas. Kita menjadi tahu fitur mana yang wajib ada (M), mana yang menjadi nilai tambah (A/O), dan mana yang tidak dipedulikan pengguna (I).

5) Tahap keputusan desain akhir (integrasi)

Tahap terakhir adalah penggabungan hasil. Keputusan desain diambil berdasarkan integrasi terkait hal-hal berikut.

- a. Fitur dipertahankan/ditingkatkan yaitu fitur yang masuk kategori *must-be*, *one-dimensional*, dan *attractive* dengan nilai CSI positif tinggi. Contohnya penampung air dan rangka modular.
- b. Fitur dihilangkan/tidak diprioritaskan yaitu fitur yang masuk kategori *indifferent* atau *reverse*. Contohnya fitur penyangga alat

dipasang di tanah dan dapat digantung di pohon yang dianggap tidak penting.

Hasil akhirnya terbentuklah spesifikasi desain final yang merupakan solusi teknis TRIZ yang telah diseleksi melalui kebutuhan Kano.

### 5.3.3 Analisis Hasil Integrasi

Secara teoritis, kategori *must-be* (M) mewakili kebutuhan dasar yang wajib ada. Jika fitur ini tidak ada, pengguna akan sangat tidak puas, namun keberadaannya tidak meningkatkan kepuasan secara signifikan. Berdasarkan hasil pengolahan data, tidak ada fitur yang masuk dalam kategori *must-be*. Dari 7 fitur yang diuji, hasilnya terdistribusi menjadi 3 *one-dimensional*, 2 *attractive*, dan 2 *indifferent*. Hal ini menunjukkan bahwa fitur-fitur inovatif yang ditawarkan (hasil TRIZ) dianggap oleh responden sebagai peningkat kinerja atau nilai tambah yang menyenangkan, bukan sekadar pemenuhan syarat dasar.

Kategori *one-dimensional* (O) memiliki hubungan linear dengan kepuasan pengguna yaitu semakin baik kinerjanya, semakin puas pengguna, dan sebaliknya. Fitur dalam kategori ini menjadi prioritas utama pengembangan karena berdampak langsung pada efisiensi dan kemudahan penggunaan alat. Bagi pendaki, fitur ini sangat krusial untuk mengurangi beban fisik dan logistik. Fitur tersebut adalah penampung air bisa dilepas pasang (A2F2), bukaan langsung ke botol/tumbler (A2F3), dan rangka dapat dibongkar pasang (A4F1).

Kategori *attractive* (A) adalah fitur yang memberikan kejutan menyenangkan atau *delighter*. Pengguna tidak mengharapkannya, sehingga ketiadaannya tidak mengecewakan, namun keberadaannya memberikan kepuasan yang sangat tinggi. Fitur ini berfungsi sebagai nilai jual unik (*unique selling point*) dan inovasi yang memberikan koneksi emosional bagi pengguna. Fitur ini dipertahankan untuk menciptakan keunggulan kompetitif dibanding produk lain. Fitur ini adalah adanya penampung Air (A2F1) dan ukuran alat kecil (A5F2).

#### 5.3.4 Implikasi Integrasi terhadap Desain Akhir

Integrasi metode TRIZ dan Kano menghasilkan desain yang lebih efektif melalui efisiensi alokasi sumber daya pengembangan. Upaya teknis untuk penyempurnaan desain difokuskan pada fitur-fitur yang memberikan dampak kepuasan tertinggi bagi pengguna, yaitu fitur yang masuk dalam kategori *one-dimensional* (kinerja) dan *attractive* (penarik). Fitur yang tergolong dalam kategori *indifferent* (tidak dipedulikan pengguna), seperti penyangga tanah atau gantung di pohon, dapat disederhanakan atau dihilangkan sepenuhnya. Hal ini mengurangi kompleksitas alat dan biaya produksi tanpa mengurangi kepuasan pengguna. Integrasi memastikan alat yang dirancang benar-benar berpusat pada pengguna. Metode Kano berperan sebagai validator untuk memastikan fitur teknis yang dihasilkan TRIZ (seperti modularitas atau penampung air) benar-benar relevan bagi pendaki. Metode ini menerjemahkan preferensi subjektif pendaki menjadi atribut desain yang konkret. Dengan demikian, pengembangan tidak hanya didasarkan pada asumsi rekayasa atau teknis semata, melainkan pada apa yang benar-benar diharapkan dan dibutuhkan oleh pendaki di lapangan.

Desain awal yang hanya menggunakan TRIZ memiliki kelemahan karena belum mempertimbangkan preferensi subjektif pengguna. TRIZ berfokus pada penyelesaian kontradiksi fisik dan teknis untuk menghasilkan solusi yang feasible secara rekayasa. Namun, solusi ini belum tentu diinginkan oleh pengguna. Tanpa validasi Kano, desain TRIZ mungkin sangat canggih secara teknis tetapi tidak relevan (fitur *indifferent*). Integrasi memperbaiki hal ini dengan menyaring solusi TRIZ melalui filter kebutuhan Kano, sehingga hanya solusi teknis yang bernilai bagi pengguna yang dipertahankan dalam spesifikasi akhir.

Integrasi memberikan kontribusi signifikan dalam menciptakan produk yang kompetitif dan memiliki nilai jual unik. TRIZ menyumbangkan solusi kreatif untuk masalah rumit (seperti menangkap air secara efisien namun alat tetap ringkas), sementara Kano memastikan solusi tersebut dianggap sebagai fitur *attractive* (menyenangkan) oleh

pengguna. Hasil akhirnya adalah produk yang tidak hanya fungsional (memenuhi kebutuhan dasar), tetapi juga memiliki nilai tambah emosional yang menjadi keunggulan kompetitif dibanding produk konvensional

## 5.4 Model Pengembangan Desain Metode Kano

### 5.4.1 Dasar Penyusunan Model

Penyusunan model akhir didasarkan pada kerangka kerja integrasi berurutan di mana output dari metode pertama menjadi input bagi metode kedua. TRIZ digunakan pada tahap inisiasi untuk menghasilkan solusi atas kontradiksi fisik dan teknis. Hasil dari tahap ini adalah berupa konsep desain. Metode Kano berfungsi sebagai validator untuk memastikan solusi teknis TRIZ relevan bagi pengguna. Fitur teknis dari TRIZ diterjemahkan menjadi atribut yang dipahami pengguna, lalu diklasifikasikan ke dalam kategori *must-be*, *one-dimensional*, atau *attractive*. Model akhir terbentuk dari spesifikasi desain yang merupakan solusi teknis TRIZ yang telah diseleksi dan divalidasi melalui filter kebutuhan Kano. Keputusan desain (dipertahankan, ditingkatkan, atau dihilangkan) diambil berdasarkan kategori kepuasan Kano tersebut.

Model akhir dijelaskan bukan sebagai penciptaan ulang total, melainkan penyempurnaan dari desain awal yang dihasilkan TRIZ. Secara utuh, desain alat mungkin tidak berubah drastis, tetapi mengalami pengembangan signifikan pada detail komponen. Berdasarkan prioritas Kano (*one-dimensional*), fitur seperti mekanisme bukaan langsung ke botol/tumbler (A2F3) ditambahkan untuk meningkatkan kinerja. Fitur rangka bongkar pasang (A4F1) dan penampung lepas-pasang (A2F2) yang merupakan solusi modular TRIZ dipertahankan karena terbukti penting bagi pengguna. Penyempurnaan juga melibatkan penghilangan fitur yang dianggap tidak penting (*indifferent*) oleh pengguna, seperti penyangga yang dipasang di tanah (A3F1) atau fitur gantung di pohon (A3F2). Ini membuat desain lebih efisien tanpa mengurangi kepuasan. Ada penyesuaian bentuk fisik *frame* dari bentuk pipa (desain awal TRIZ)

menjadi balok panjang pada model akhir untuk memfasilitasi prinsip modular yang lebih mudah dibongkar pasang sesuai kebutuhan pengguna

#### 5.4.2 Struktur Model Pengembangan

Model akhir alat dirancang dengan prinsip modular untuk mendukung mobilitas pendaki. Berikut adalah penjabaran komponen-komponen penyusunnya

##### a. Rangka modular (*modular frame*)

Struktur penyangga utama yang mengalami perubahan desain dari bentuk pipa (*tubular*) menjadi profil balok/persegi panjang. Berfungsi sebagai chassis utama yang menopang jaring dan penampung air. Fitur kuncinya adalah kemampuan *knock-down* (bongkar-pasang), yang memungkinkan alat dilipat atau diurai menjadi bagian-bagian kecil agar mudah dibawa

##### b. Jaring polipropilen (*polypropylene mesh*)

Jaring berbahan polipropilen (sering dikenal sebagai paranet) yang dipasang meregang pada rangka sebagai komponen inti penangkap air. Jaring ini bekerja dengan prinsip kondensasi impaksi, di mana butiran kabut menabrak serat jaring, terperangkap, menyatu menjadi tetesan air yang lebih besar, dan kemudian mengalir ke bawah akibat gaya gravitasi.

##### c. Penampung air

Tampungan air yang terletak tepat di bagian bawah bentangan jaring. Berfungsi untuk menampung tetesan air yang jatuh dari ujung bawah jaring. Desain penampung dibuat presisi agar tidak ada air yang terbuang percuma saat proses pengaliran.

##### d. Bukaan botol

Mekanisme keluaran yang didesain kompatibel dengan botol minum. Komponen ini memungkinkan air dari penampung langsung masuk ke dalam botol minum pengguna. Ini adalah realisasi dari fitur "bukaan langsung ke botol" (A2F3) yang memudahkan pengguna mengakses air bersih tanpa perlu memindahkan air dari wadah penampungan lain.

Keseluruhan komponen bekerja dalam sebuah sistem terintegrasi sederhana. Rangka modular memberikan tegangan yang diperlukan agar jaring polipropilen dapat terbentang tegak lurus terhadap arah angin. Kekakuan rangka sangat krusial, jika rangka tidak stabil, jaring akan mengendur dan efisiensi penangkapan kabut akan menurun drastis karena butiran kabut akan memantul atau lewat begitu saja tanpa menempel.

Hubungan antara jaring dan penampung bersifat vertikal-gravitasi. Bagian bawah jaring harus memosisikan diri tepat di atas penampung air. Ketika butiran kabut pada jaring mengalami penyatuhan dan masa air cukup berat, gravitasi menariknya ke bawah. Posisi penampung memastikan tetesan tersebut tidak jatuh ke tanah, melainkan tertangkap sepenuhnya.

Seluruh hubungan di atas diikat oleh sistem sambungan pada rangka modular. Konektor antar-rangka dirancang agar mudah dilepas oleh pengguna, namun cukup kuat untuk menahan beban jaring yang basah dan terpaan angin

#### 5.4.3 Desain Akhir

Desain akhir seperti gambar 4.35 menunjukkan setiap komponen dan pemasangannya hingga menjadi desain akhir. Secara teknis, desain akhir artikan sebagai solusi rekayasa yang paling optimal karena menyelesaikan kontradiksi utama dalam pengembangan alat, yaitu antara produktivitas (kemampuan menangkap air) dan volume objek fisik (kemudahan dibawa). Masalah utama adalah alat harus berukuran besar untuk menangkap kabut secara efektif, namun harus kecil agar dapat dibawa mendaki. Penerapan prinsip inventif 1 (segmentasi) membenarkan keputusan untuk membuat rangka yang terbagi menjadi modul-modul terpisah. Hal ini memungkinkan alat memiliki dimensi bentang yang luas saat beroperasi (statis), namun memiliki volume yang ringkas saat dimobilisasi. Penerapan prinsip 2 (*taking out*) membenarkan pemisahan wadah penampung utama dari unit alat. Dengan

memanfaatkan penampung, desain menghilangkan beban pada alat, memangkas kompleksitas komponen, dan mengurangi risiko kerusakan.

Secara subjektif, desain akhir diartikan karena telah divalidasi oleh preferensi calon pengguna (pendaki), memastikan produk tidak hanya berfungsi tetapi juga diinginkan. Fitur rangka bongkar pasang (A4F1) dan bukaan langsung ke botol (A2F3) dikembangkan karena masuk kategori *one-dimensional*. Semakin mudah alat dibongkar-pasang dan semakin mudah air diakses, semakin tinggi tingkat kepuasan pengguna. Mengabaikan fitur ini akan secara langsung menurunkan nilai jual produk. Ukuran yang kecil (A5F2) adalah fitur *attractive*. Ini membenarkan upaya desain untuk mengecilkan dimensi lipat semaksimal mungkin, karena fitur ini memberikan efek kejutan positif dengan novasi yang kuat. Keputusan menghilangkan kaki penyangga tanah atau mekanisme gantung di pohon didasarkan pada kategori *indifferent*. Pengguna tidak merasa fitur ini penting. Oleh karena itu, menghilangkan fitur ini adalah langkah strategis.

Desain akhir ini secara efektif menjawab masalah fundamental yang melatarbelakangi penelitian, yaitu krisis air di ketinggian, beban logistik, dan kepraktisan alat. Desain akhir menyediakan sumber air alternatif yang mandiri. Dengan jaring polipropilen yang optimal, pendaki tidak lagi sepenuhnya bergantung pada mata air alami yang kering saat kemarau, melainkan dapat memanen air dari kabut yang melimpah di gunung.

Sebelum adanya alat ini, solusi untuk kebutuhan air adalah membawa lebih banyak air dari bawah yang menambah beban tas secara signifikan. Desain akhir yang ringan memungkinkan pendaki membawa alat ini sebagai ganti membawa cadangan air berlebih, sehingga secara berat mengurangi beban punggung pendaki.

Alat penangkap kabut konvensional bersifat permanen dan besar. Desain akhir dengan sistem bongkar pasang mengatasi masalah dimensi ruang. Alat ini dapat dibawa saat pendakian, berbeda dengan instalasi permanen yang ada sebelumnya.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibuat dan mengacu pada rumusan masalah yang ada, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Konsep desain alat pengubah kabut menjadi air dengan metode TRIZ menemukan 7 permasalahan pada alat yang kemudian menghasilkan 7 solusi spesifik yang diimplementasikan pada desain alat. Setiap permasalahan memiliki solusi berupa peningkatan, namun juga memiliki kontradiksi berupa dampak dari solusi tersebut. Dengan menggunakan kontradiksi TRIZ, peningkatan berupa improve feature dan dampak berupa worse feature menghasilkan prinsip inventif TRIZ. Prinsip inventif dipilih sesuai kebutuhan dan prinsip yang terpilih dijadikan solusi spesifik setiap permasalahan awal. Prinsip inventif yang terpilih adalah *segmentation*, *taking out*, *preliminary action*, dan *beforehand cushioning*.
2. Desain alat berdasarkan solusi spesifik TRIZ diintegrasikan ke metode Kano untuk memvalidasi kebutuhan pengguna dan mengembangkan alat sesuai kebutuhan pengguna. Integrasi TRIZ pada Kano menghasilkan 9 pertanyaan tingkat kepentingan dan 8 pertanyaan fitur fungsional dan disfungsional.
3. Berdasarkan pengolahan data Kano terkait fitur fungsional dan disfungsional, terdapat 7 fitur valid yang menghasilkan klasifikasi kategori Kano. Kategori Kano yang dihasilkan pada penelitian ini adalah *one-dimensional (O)* yaitu semakin ada fitur maka semakin puas. *Attractive (A)* yaitu fitur menyenangkan jika ada. Dan *indifferent (I)* yaitu fitur tidak terlalu penting. Fitur penampung air bisa dilepas pasang, bukaan langsung ke botol/tumbler, dan rangka dapat dibongkar pasang termasuk kategori *one-dimensional (O)*. Fitur penampung air dan ukuran alat kecil termasuk kategori *attractive (A)*. Dan fitur penyangga alat dipasang di tanah dan dapat digantung di pohon termasuk kategori *indifferent (I)*.

4. Dari 7 fitur tersebut, 5 fitur yang termasuk kategori *one-dimensional (O)* dan *attractive (A)* diaplikasikan pada desain alat pengubah kabut menjadi air. Sedangkan 2 fitur kategori *indifferent (I)* tidak diaplikasikan.
5. Keunggulan penelitian desain alat pengubah kabut menjadi air ini dengan penelitian terkait alat pemanen kabut yang sudah ada adalah penelitian ini mempertimbangkan kebutuhan pengguna, sehingga alat bersifat modular, lepas pasang, kecil, dan tidak permanen di suatu tempat sesuai keinginan pengguna.
6. Desain hasil Kano dapat didesain kembali melalui Metode TRIZ dan akan menghasilkan desain yang berbeda sesuai hasil pengolahan TRIZ.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan, serta proses penelitian yang telah berjalan terdapat beberapa saran sebagai berikut.

1. Hasil penelitian ini masih berupa desain visual, sehingga perlu penelitian lanjutan terkait prototipe fisik yang dapat digunakan untuk pengujian di lapangan.
2. Desain alat pengubah kabut menjadi air dapat dikembangkan dengan tetap mempertimbangkan pengguna melalui metode lain yang berkaitan dengan kualitas dan hasil pengujian.
3. Desain juga dapat dilakukan dengan mempertimbangkan material dan biaya produksi untuk tujuan komersil.
4. Memperbanyak ruang diskusi khususnya dengan komunitas atau pegiat alam terkait alat pengubah kabut atau alat pemanfaatan sumber alam lain karena penelitian bidang ini masih sedikit dan perlu adanya keseuaian antara kondisi lapangan dengan data penelitian yang sudah ada karena masih ada orang yang hanya menikmati alam sehingga tidak mengetahui potensi pemanfaatan alternatif dari alam.