

TESIS

**PENGEMBANGAN ALAT PELOROTAN
MALAM BATIK DENGAN TRIZ
(STUDI KASUS IKM BATIK KERATON
KABUPATEN PEKALONGAN)**



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

**PENGEMBANGAN ALAT PELOROTAN
MALAM BATIK DENGAN TRIZ
(STUDI KASUS IKM BATIK KERATON
KABUPATEN PEKALONGAN)**

**Tesis untuk memperoleh Gelar Magister pada Program Pascasarjana
Magister Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

Lembar Pengesahan

**PENGEMBANGAN ALAT PELOROTAN MALAM BATIK DENGAN TRIZ
(STUDI KASUS IKM BATIK KERATON KABUPATEN PEKALONGAN)**

Tesis telah disetujui pada tanggal 10 November 2020

Pembimbing

ISLAM



Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.


NIP . 025200519

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 025200519

Lembar Pengesahan Penguji

**PENGEMBANGAN ALAT PELOROTAN MALAM BATIK DENGAN TRIZ
(STUDI KASUS IKM BATIK KERATON KABUPATEN PEKALONGAN)**

FARID NUGROHO

16916105

Tesis telah diuji dan dinilai oleh panitia penguji
Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Pada Tanggal 20 Oktober 2020

Ketua

Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.



Anggota

Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.



Ir. Ali Parkhan, M.T



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.



NIP. 025200519

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farid Nugroho

NIM : 16916105

Judul Tesis : Pengembangan Alat Pelorotan Malam Batik dengan TRIZ
(Studi Kasus IKM Batik Keraton Kabupaten Pekalongan)

menyatakan bahwa tesis ini merupakan tulisan asli dari penulis dan bukan hasil plagiasi. Tesis ini disusun dengan menerapkan norma akademik sebaik-baiknya.

Semua kutipan di dalamnya telah disertakan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 10 November 2020



Farid Nugroho

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, shalawat serta salam kepada Rasulullah Muhammad SAW. Alhamdulillah tesis "Pengembangan Alat Pelorotan Malam Batik dengan TRIZ (Studi Kasus IKM Batik Keraton Kabupaten Pekalongan)" ini dapat terselesaikan.

Penyusunan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Teknik (M.T.) pada Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Tesis ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Winda Nur Cahyo S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng., selaku pembimbing atas arahan dan bimbingan baik sejak penyusunan proposal hingga terselesaikannya tesis ini.
4. Seluruh dosen dan staf administrasi di Program Pascasarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Muhtadin Alex, Ibu Heny Agustina, dan segenap keluarga besar IKM Batik Keraton yang telah menyediakan tempat, waktu, dan dukungan untuk penelitian ini.
6. Kepada orang tua kami, Ibu H. Sunarti atas kasih sayang. Doa kepada bapak kami, alm. Bapak Admadi, insya Allah husnul khatimah. Dan segenap saudara atas semua dukungan.
7. Rekan-rekan MTI angkatan XXI atas segala dukungan dan bantuan.
8. Pihak-pihak terkait yang mendukung terselesaikannya tesis ini.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dicatat sebagai amal ibadah oleh Allah SWT.

Atas keterbatasan, tesis ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, semoga penelitian ini dapat dilanjutkan dan diperbaiki. Semoga tesis ini dapat memberi manfaat baik kepada penulis, UMKM, maupun ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 10 November 2020



Farid Nugroho

DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Lembar Pengesahan.....	iii
Lembar Pengesahan Penguji.....	iv
Pernyataan keaslian tulisan.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Abstrak.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kajian literatur.....	9
2.2 Studi Pustaka.....	18
2.2.1 Pengembangan Produk.....	18
2.2.2 TRIZ.....	22
2.2.3 Su-Field <i>Analysis</i>	35
2.2.4 76 <i>Standard solution</i>	39
2.3 TRIZ dalam perancangan produk.....	40
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	42
3.1 Fokus kajian penelitian.....	42
3.2 Objek dan subjek penelitian.....	42

3.3 Jenis dan Sumber Data.....	42
3.4 Alur penelitian.....	43
BAB 4 ANALISIS DATA.....	46
4.1 Pengumpulan data.....	46
4.1.1 Profil perusahaan.....	46
4.1.2 Data responden.....	47
4.1.3 Denah dapur produksi.....	48
4.1.4 Proses pelorotan malam batik.....	48
4.2 pengolahan data.....	49
1. Customer windows.....	49
2. Function Analysis.....	50
3. Cause and Effect Chain Analysis.....	51
4. Pemecahan masalah.....	52
5. Alternatif pemecahan 1.....	53
6. Alternatif pemecahan 2.....	60
7. Pemilihan desain oleh costumer.....	64
8. Membangun <i>prototype</i>	65
BAB 5 PEMBAHASAN.....	71
1. Kebutuhan pelanggan.....	71
2. Alternatif produk pengembangan.....	72
3. Alternatif 1.....	72
4. Alternatif 2.....	73
5. Hasil akhir.....	73
BAB 6 Kesimpulan dan saran.....	75
6.1 Kesimpulan.....	75
6.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Customer windows.....	22
Gambar 2.2. Bagaimana TRIZ bekerja.....	23
Gambar 2.3. Su-field.....	36
Gambar 2.4. Incomplete Su-field.....	36
Gambar 2.5. Ineffective/insufficient su-field.....	37
Gambar 2.6. Pemecahan ineffective/insufficient Su-field.....	37
Gambar 2.7. Harmful Su-field.....	38
Gambar 2.8. Pemecahan harmful Su-Field.....	38
Gambar 2.9. Measurement/detection Su-Fields.....	39
Gambar 2.10. Alur penggunaan 76 standard solution.....	40
Gambar 2.11. TRIZ dalam perancangan produk.....	41
Gambar 3.1. Alur penelitian.....	45
Gambar 4.1: Denah dapur produksi.....	48
Gambar 4.2: Pelorotan malam di IKM Batik Keraton.....	49
Gambar 4.3: Customer windows alat pelorotan.....	50
Gambar 4.4. Function analysis.....	51
Gambar 4.5: Cause and Effect Chain Analysis.....	52
Gambar 4.6: House of Quality awal.....	53
Gambar 4.7: ZOC proses pelorotan.....	54
Gambar 4.8: Chain su-field model prose pelorotan.....	55
Gambar 4.9: Harmful su-field model percikan air panas.....	55
Gambar 4.10: Harmful su-field model uap panas.....	56
Gambar 4.11: Menambah substance baru.....	56
Gambar 4.12: Penambahan substance baru berupa tutup bak.....	57
Gambar 4.13: HOQ level 1 untuk alternatif desain 1.....	58
Gambar 4.14: HOQ level 2 untuk alternatif desain 1.....	58
Gambar 4.15: Konsep desain alternatif 1.....	59

Gambar 4.16: Peraga alat pelorotan alternatif 1.....	60
Gambar 4.17: HOQ level 1 untuk alternatif desain 2.....	62
Gambar 4.18: HOQ level 2 untuk alternatif desain 2.....	63
Gambar 4.19: Desain alternatif 2.....	63
Gambar 4.20: CAD rancangan alat.....	65
Gambar 4.21: CAD rancangan alat dengan bak kedua tanpa tutup.....	65
Gambar 4.22: Prototype alat pelorotan malam.....	66
Gambar 4.23: Pengoperasian prototype alat pelorotan malam.....	67
Gambar 4.24: <i>Operation process chart</i> desain alat pelorotan alternatif 1.....	69
Gambar 4.25: Batik hasil penggunaan alat pelorotan malam.....	70



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Kata kunci.....	9
Tabel 2.2: Kajian literatur.....	9
Tabel 2.3: 39 Engineering Parameters.....	24
Tabel 2.4: 40 Inventive Principles.....	30
Tabel 4.1: Kontradiksi desain alternatif 2.....	61



ABSTRAK

Industri Batik merupakan industri yang berkaitan dengan budaya, filosofi, dan lain sebagainya. Salah satu bagian dari aktivitas produksi batik adalah proses pelorotan malam batik dimana kain batik direndam dalam air mendidih. Dalam proses ini, terjadi masalah dimana karyawan sering terkena percikan air panas dan uap air panas. TRIZ sebagai metode pemecahan masalah digunakan untuk memecahkan masalah di proses pelorotan ini. Penyebab masalah dianalisis menggunakan Function analysis dan Cause and Effect Analysis. Pemecahan alternatif pertama menggunakan Su-Field Analysis, dimana Harmful su-field antara karyawan dengan uap air maupun karyawan dengan air panas dipecahkan. Pengenalan substance baru berupa tutup bak pelorotan digunakan untuk memecahkan harmful su-field tersebut. Alternatif pemecahan kedua menggunakan TRIZ contradiction, dimana physical contradiction yang terjadi adalah air harus panas agar dapat melorot malam dan air harus tidak panas agar aman bagi karyawan. Inventive principles yang digunakan adalah another way around, dimana kain yang semula menjadi objek bergerak menjadi objek diam. Sedangkan karyawan dan air panas yang semula menjadi objek diam berganti menjadi objek bergerak. Dalam penelitian ini, Batik Keraton Kabupaten Pekalongan memilih alternatif pertama. Selanjutnya adalah membangun prototype. Dalam uji coba prototype, kedua masalah terkait uap air dan percikan air dapat terpecahkan. Tetapi perlu perbaikan atas prototype ini antara lain, mekanisme penggerak kain agar efektif, volume dan kapasitas bak agar efektif, serta perbaikan tutup bak.

Kata kunci: Batik, Pelorotan Malam, TRIZ, Pengembangan produk

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batik yang berkembang pada abad 18 atau awal abad 19 berupa batik tulis dan semakin berkembang setelah perang dunia kedua. Batik awalnya berada di Solo dan Yogyakarta bermotif pedesaan dan mengandung filosofi sesuai dengan adat dan ritual yang digelar. Berkembang pula batik pesisiran yang dikembangkan di daerah pesisir utara Pulau Jawa semisal Cirebon, Pekalongan, Indramayu, Lasem, dan Semarang (Borshalina, 2015). Di dalam kain batik terdapat banyak nilai terkait dengan budaya, filosofi, dan nilai-nilai lainnya. Label ini berasal dari tradisi yang sudah lama berdiri dan telah berakar di Indonesia, sebagai tradisi yang kaya, kreatif dan artistik, disamping itu juga telah diakui oleh UNESCO sebagai warisan dunia tak benda pada bulan Oktober 2009, di samping keris dan wayang (Meutia & Ismail, 2012).

Batik, sebagian besar diproduksi oleh usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) dimana UMKM merupakan sektor yang justru memberikan kontribusi yang besar bagi perekonomian Indonesia. UMKM juga memberikan kontribusi pada pengentasan pengangguran, mengurangi permasalahan kemiskinan, dan memperluas basis ekonomi. Kontribusi yang signifikan diperankan oleh UMKM dalam peningkatan perekonomian daerah dan ketahanan ekonomi nasional (Setyanto et al., 2015). Oleh karena itu, UMKM sebagai tulang punggung sistem ekonomi kerakyatan, harus selalu diberikan dukungan baik secara materi maupun keilmuan. Dengan adanya penelitian ini semoga bisa memberikan kontribusi keilmuan kepada UMKM khususnya UMKM produksi batik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Sulistyo & Siyamtinah, 2016) dengan mengambil kasus di UMKM batik tenun Troso, Jepara, Jawa Tengah, kemampuan dan kinerja inovasi dapat ditingkatkan melalui pengembangan kewirausahaan, kemampuan

pemasaran, modal relasional dan pemberdayaan. Dari sisi teknologi industri batik dalam negeri umumnya belum melakukan perbaikan sistem dan teknik produksi agar lebih produktif dan efisien serta mutunya dapat sama untuk setiap lembar kain batik (Sudantoko, 2011).

Batik Keraton/Kokrosono merupakan IKM yang berfokus pada produksi sekaligus penjualan produk batik. Batik keraton berdiri sejak tahun 2001, IKM yang berlokasi di Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. Produksi Batik Keraton seluruhnya berupa batik yaitu sarung, bahan kemeja, bahan hem, bahan abaya, dan sebagainya. Batik Keraton merupakan salah satu dari empat belas usaha kerajinan batik anggota Kelompok Usaha Bersama Jambe Mukti, Kabupaten Pekalongan.

Dilihat dari sisi proses pembuatannya, batik dapat dibedakan pada batik tulis, batik cap, dan batik lukis (*painting*) (Indonesia, n.d.). Pada perkembangannya, motif batik pun diproduksi secara printing baik *screen printing* maupun *garment printing*. Dalam beberapa tahun terakhir, Tiongkok telah membanjiri pasar dengan batik *printing* murah meski harga bahan baku seperti barang sutra dan pewarna sudah naik sekitar 80 hingga 100% (Novani et al., 2014). Untuk menginovasi, batik memiliki beberapa batasan terkait dengan budaya, proses pembuatan batik itu sendiri, dan lain sebagainya.

Secara umum dalam proses produksi terdapat tiga aktivitas, yaitu pemalaman, pewarnaan, dan penghilangan malam batik (pelorotan). Dalam penelitian ini fokus hanya pada proses penghilangan malam batik di UMKM Batik Keraton. Pelorotan berfungsi untuk mendapatkan corak atau gambar pada kain agar terbuka atau tidak tertutup malam dilakukan dengan cara perebusan (Sarwoko & Darmanto, 2016). Proses pelorotan merupakan proses akhir dari proses membatik. Proses ini merupakan penghilangan malam dilakukan dengan memasukkan kain yang telah terkena malam dan telah diwarnai ke dalam air

panas. Kain dinaikturunkan di dalam air panas agar malam mencair sehingga bagian kain yang terkena malam terlihat tidak terwarnai.

Dalam proses pelorotan, masalah yang terjadi adalah terjadinya kelelahan fisik. Hal ini juga karena beratnya beban yang harus dikerjakan. Kain yang telah dimalami serta diwarnai ditambah dengan air panas yang mengenainya menjadikan kain yang harus dilorot menjadi lebih berat. Masalah lain yang dapat terjadi adalah suhu ruangan yang tinggi karena proses pembakaran. Proses pembakaran juga menyebabkan munculnya asap yang mengganggu kinerja pekerja. Masalah lain yang juga dapat terjadi adalah adanya percikan air panas yang dapat mengenai bagian tubuh khususnya bagian tangan. Solusi yang selama ini dilakukan adalah penggunaan sarung tangan karet oleh pengrajin. Penelitian ini bermaksud memecahkan masalah tersebut yaitu mengurangi dampak serta keluhan yang dirasakan pada perajin.

Penelitian ini termasuk dalam inovasi produk dalam proses produksi yaitu merancang alat pelorotan malam batik dengan memecahkan masalah yang dirasakan oleh perajin batik menggunakan metode TRIZ. Inovasi produk ataupun proses dimana dilakukan pengembangan produk atau proses yang telah ada dengan memperkenalkan fungsi baru, merupakan salah satu dari implementasi TRIZ di industri. Implementasi tersebut di samping *quality improvement*, reduksi polusi, peluncuran produk baru, peningkatan produktivitas, reduksi energi, peningkatan keselamatan kerja, dan reduksi biaya (Spreafico & Russo, 2016). Untuk mencapai daya saing, perusahaan perlu menghilangkan kontradiksi yang ada, dalam hal ini TRIZ adalah salah satu metode ilmiah yang paling efektif digunakan (Ekmekci & Koksall, 2015). Konsep TRIZ dipilih untuk merangsang solusi baru karena dalam pengembangan produk diperlukan kreativitas terkait kebutuhan desainer (Albers et al., 2014).

Penelitian terkait TRIZ telah banyak dilakukan baik dalam ranah praktis maupun konseptual akademis. TRIZ telah diadaptasi untuk berbagai aplikasi termasuk perancangan produk baru, pengembangan produk, peramalan teknologi, dan lain-lain. TRIZ telah secara global diterima untuk mengembangkan solusi inovatif dari permasalahan teknis yang kompleks (Abramov et al., 2015). Ada sekitar 1200 publikasi ilmiah berdasarkan SCOPUS yang memuat TRIZ dalam abstrak, judul, dan kata kunci sejak awal 2000an. Secara detail, 100 publikasi tentang TRIZ berkaitan dengan aplikasi TRIZ yang populer yaitu desain produk, analisis kontradiksi, serta integrasi dengan metode lain ataupun adaptasi dengan bidang tertentu (Chechurin, 2016b). Di ranah industri, pada 1990an TRIZ telah populer di Amerika Serikat dan telah digunakan oleh banyak perusahaan semisal General Motors, Xerox, Ford Motors, Johnson & Johnson, Lockheed, Motorola, Rockwell Int., dan Procter & Gamble. Serta dari perusahaan Jerman semisal Daimler, Chrysler, BMW, Mannesmann, Hilti, Bosch, Siemens, dan lain sebagainya (Livotov, 2008).

Penelitian ini hanya mendesain alat yang meliputi tungku, panci, dan perangkatnya pada proses pelorotan malam. Penelitian ini tidak mempengaruhi alat, bahan, dan proses sebelum pelorotan baik itu proses pemalaman maupun proses pewarnaan. Proses pelorotan menggunakan produk yang didesain sebagaimana proses yang sudah ada yaitu dengan memanfaatkan energi panas. Dimensi ukuran dari produk yang dikembangkan kurang lebih sama dengan luas area kerja di proses yang sedang berjalan.

Penelitian ini menghasilkan desain alat pelorotan malam batik yang ramah pengguna dengan memecahkan masalah kontradiksi menggunakan TRIZ.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana desain alat pelorotan batik dengan:

1. menganalisis masalah yang terjadi menggunakan TRIZ,
2. memecahkan masalah terganggunya karyawan atas percikan air panas dan uap panas yang terjadi menggunakan TRIZ,
3. membangun prototype atas analisis pemecahan masalah menggunakan TRIZ

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bagaimana TRIZ memecahkan masalah dalam mendesain alat pelorotan malam batik dengan mempertimbangkan *root cause* dan *costumer needs*.
2. Mengetahui desain alat pelorotan malam hasil dari pemecahan masalah menggunakan TRIZ

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pemecahan atas masalah yang terjadi di industri batik.
2. Memberikan saran desain alat pelorotan malam yang aman bagi karyawan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini mendesain alat pelorotan malam batik.
2. Penelitian ini tidak mempengaruhi alat, bahan, atau pun proses selama tahap pembatikan maupun pewarnaan.

3. Dimensi produk akhir kurang lebih sama dengan produk sebelumnya
4. Penelitian ini menggunakan metode TRIZ untuk pemecahan masalah
5. Proses perancangan produk dilakukan dengan proses perancangan yang umum digunakan.
6. Penelitian ini belum mempertimbangkan ergonomis dan ekonomis
7. Penelitian ini belum menemukan dimensi ideal
8. Penelitian ini belum mempertimbangkan efek atas pemanasan terhadap kerapuhan kain.
9. Desain yang dikembangkan hanya sampai tahap dapat memecahkan masalah dan dapat digunakan, belum sampai tahap komersial.
10. Penelitian hanya sampai uji coba *prototype*.
11. Penelitian dilakukan di IKM Batik Keraton, Kabupaten Pekalongan.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar hasil penelitian ini dapat tersusun secara lebih baik maka dibuat susunan sistematika sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang permasalahan, yang antara lain informasi singkat tentang batik dan pelorotan malam batik, implementasi TRIZ, penelitian yang pernah dilakukan terkain batik maupun TRIZ, sehingga diperoleh kesimpulan mengapa penelitian ini perlu dilakukan. Pada bab ini juga memuat latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah. Pada subbab kajian literatur ditampilkan penelitian yang berkaitan dengan TRIZ, pengembangan produk, dan SME (*small and medium enterprise*). Penelitian-penelitian tersebut didapat dari penelusuran laman sciencedirect.com dimana judul, abstrak, dan atau kata kunci mengandung frasa TRIZ, product design, dan SME. Untuk subbab studi pustaka dijelaskan secara terperinci mengenai pengembangan produk dan TRIZ serta bagaimana implementasi penggunaannya.

BAB III. METODE PENELITIAN

Menguraikan tentang bahan atau materi penelitian, alat tata cara penelitian, variabel, data yang akan diteliti, dan cara analisis yang dipakai serta flowchart penelitian. Pada bab ini diuraikann mengenai tahap demi tahap proses penelitian dilakukan. Pada bab ini pula ditampilkan bagaimana TRIZ diterapkan.

BAB IV. ANALISIS DATA

Pada bab ini menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan, berupa data penelitian serta pengolahan data. Pada bab ini disajikan bagaimana TRIZ tools bekerja untuk pemecahan masalah hingga diperoleh hasil. Hasil analisis dari TRIZ tools dan kemudian diperoleh konsep produk yang akan dibangun prototype. Pada bagian ini pula disajikan bagaimana prototype yang telah dibangun serta bagaimana produk tersebut bekerja.

BAB V. PEMBAHASAN

Pada bab ini menyajikan pembahasan atas hasil yang diperoleh dari pengolahan data. Pada bab ini membahas tentang bagaimana TRIZ tools dan

metode-metode sebagaimana yang telah dikemukakan pada BAB II bekerja pada proses penelitian.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab terakhir yang berisikan kesimpulan yang berupa jawaban atas rumusan masalah, bagaimana TRIZ bekerja pada pemecahan masalah. Pada bab ini menyajikan intisari atas hasil penelitian yang telah dilakukan. Pada bab ini pula, disajikan saran-saran baik terkait pemanfaatan dan pengembangan desain yang dikembangkan maupun sisi akademis terkait pengembangan selanjutnya.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian pustaka dilakukan dengan menggunakan metode SLR (Systematic Literature Review). SLR didefinisikan sebagai proses mengidentifikasi, menilai, dan menafsirkan semua bukti penelitian yang tersedia dengan tujuan untuk memberikan jawaban atas pertanyaan penelitian tertentu (Kitchenham & Charters, 2007). Metode ini bertujuan untuk memberikan daftar selengkap mungkin dari semua studi yang diterbitkan terkait dengan bidang studi tertentu.

Dalam penelitian ini, digunakan hasil pencarian di laman sciencedirect dengan kata kunci yang harus ada di dalam judul, abstrak, atau kata kunci mengandung frasa TRIZ. Sebagaimana tabel 2.1 ditampilkan kata kunci dan padanan yang digunakan dalam pencarian.

Tabel 2.1: Kata kunci

Kata kunci 1	Kata kunci 2	Kata kunci 3
TRIZ	Design Product design Product development	SME Small and medium enterprise

Tabel 2.2 merupakan hasil pencarian beserta dengan ringkasan singkat penelitian tersebut.

Tabel 2.2: Kajian literatur

No	Penulis/ peneliti	Tahun	Tujuan penelitian	TRIZ tools	Objek/Case study	Ket.
1	(Ameknassi	2016	Integrasi antara DfE	Su-Field model	Electronic	Tidak

	et al., 2016)		(design for environment) dengan Product design Developmentt (PdP). Penelitian ini memberikan pendekatan intgratif untuk mendukung designer mengimplementasik an aktivitas DfE dengan efektif.		industry	banyak membahas terkait SME
2	(Cascini et al., 2015)	2015	The paper presents an overview of the FORMAT methodology, an approach for technological forecasting capable of satisfying the need of manufacturing industries to better support decision-making processes in planning corporate strategies for R&D.	TRIZ contradiction	Metodologi FORMAT saat ini sedang dalam aplikasi lebih lanjut dan validasi baik dalam Konsorsium dan oleh UKM lainnya di luar domain industri white goods.	Tidak banyak membahas terkait SME
3	(Chechurin, 2016a)	2016	Literature review penelitian-penelitian SCOPUS yang mengandung “TRIZ” dalam judul, abstrak, atau kata kunci. Review juga mengelompokkan dalam bidang-bidang aplikasi populer, instrumen, dan bidang penggunaan.		Literature review	

4	(Chechurin & Borgianni, 2016a)	2016	Ruang lingkup penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi literatur ilmiah tentang TRIZ dan memeriksa apakah pertanyaan yang diajukan telah dihadapi dengan tepat.		Literature review. Tidak menjelaskan tentang dasar-dasar TRIZ	
5	(Chinkatham & Cavallucci, 2015)	2015	Mengusulkan metode dan alat untuk mendukung mengevaluasi dan memilih Konsep Solusi yang berasal dari kerangka Metode Desain Inventif (IDM). Tujuan utama adalah untuk menentukan bagaimana mencegah penolakan Konsep Solusi yang baik dan menyaring yang tidak layak sedini mungkin.	TRIZ contradiction	sistem penguncian roda mobil	Tidak banyak membahas terkait SME
6	(Davide & Duci, 2015)	2015	Penelitian bertujuan mendukung formulasi masalah dengan <i>tool</i> untuk memperluas perspektif masalah dan memperoleh beberapa formulasi alternatif. Mengusulkan revisi dua <i>tools</i> klasik	- ARIZ - 76 Standard Solutions	- Problem Formulation - ARIZ - 76 Standard Solutions	

			<p>Altshuller, "multiscreen methor" dan "76 standard solution" untuk digunakan dalam fase perumusan masalah. Mengusulkan metode kreatif dan sistematis untuk mendukung ARIZ-85C dalam mengklarifikasi dan memverifikasi pernyataan masalah.</p>			
7	(Davide & Marco, 2015)	2015	<p>Makalah ini mengusulkan metode dan alat, yang disebut <i>contradiction prompter</i>, yang mengintegrasikan TRIZ dalam Life Cycle Assessment. Setelah lingkungan kritis didefinisikan oleh LCA, seperangkat pedoman disarankan untuk melakukan intervensi pada produk. Contradiction prompter mengumpulkan seperangkat kontradiksi khas yang telah ditetapkan yang dapat muncul ketika</p>	TRIZ contradiction	Eco-improvement roda sepeda kumbang.	Tidak banyak membahas terkait SME

			mengadopsi pedoman tertentu.			
8	(de Jesus Pacheco et al., 2019)	2019	Bertujuan untuk mengeksplorasi kontribusi dan tantangan adopsi TRIZ dalam pengembangan SPSS (Sustainable Product-Service Systems).	TRIZ contradiction	Literature review	
9	(Hede et al., 2015)	2015	Mengusulkan framework untuk memberikan evaluasi yang efisien, namun komprehensif serta strategi pengembangan produk yang efektif dengan pandangan yang berbeda dan menyeluruh tentang <i>Social sustainability</i> .			Tidak banyak membahas terkait SME
10	(Liu et al., 2019)	2019	Bertujuan untuk mengevaluasi radikalitas ide-ide desain dari perubahan teknologi mereka yang merupakan karakteristik inovasi radikal yang jelas dan terukur pada awal perkembangan mereka. Memberikan metode untuk mengevaluasi radikalitas konsep desain dengan	Ideality	Literature review	Tidak banyak membahas terkait SME

			perubahan teknologinya berdasarkan ringkasan tinjauan literatur.			
11	(Livotov et al., 2019)	2019	Literature review lebih dari 250 masalah eco-innovation teridentifikasi.	<ul style="list-style-type: none"> - TRIZ contradiction - 39 engineering parameters - 40 inventive principles 	Literature review	
12	(Lopez et al., 2015)	2015	Memperkenalkan information-based software framework dalam kolaborasi untuk pemecahan masalah inventive.	<ul style="list-style-type: none"> - Contradiction - Su-Field - Resources - IFR 	Computer Aided Innovation	Tidak banyak membahas terkait SME
13	(Maia et al., 2015)	2015	Tujuan untuk mengeksplorasi TRIZ tools sebagai alat yang dapat membantu selama implementasi Lean, khususnya, selama upaya proses perbaikan berkelanjutan. Makalah ini menyajikan prinsip-prinsip TRIZ dan membahas hubungannya dengan prinsip-prinsip Lean Production.	<ul style="list-style-type: none"> - Contradiction - 40 inventive principles - Eight Trends of Technical Evolution - Smart Little People 	<ul style="list-style-type: none"> - Lean Manufacturing - Textile and Clothing Industry 	Tidak banyak membahas terkait SME
14	(Pacheco, Ten Caten, Navas, Jung,	2016	Mengidentifikasi state of the art praktik eco-		<ul style="list-style-type: none"> - Product-Service Systems 	Tidak banyak membahas

	Cruz-Machado, et al., 2016)		innovation dengan TRIZ pada Product-Service Systems (PSS), dengan pendekatan literature review.		- Literature Review	terkait SME
15	(Riel et al., 2015)	2015	Mempersiapkan para peneliti muda untuk kewirausahaan telah menjadi tujuan strategis kunci dalam ekonomi berbasis pengetahuan untuk memastikan pertumbuhan berkelanjutan dari Start-Up dan UKM. Pendekatan sistematis TRIZ dapat dianggap sebagai fasilitator utama dalam membantu peneliti untuk menghasilkan, menyusun, dan menilai ide-ide yang terkait dengan solusi produk/layanan berbasis teknologi.	- innovation - 40 inventive principles	- Education and Training Programs: Idea2Enterprise dan ResEUr - Engineering domain: drill deep holes pada diameter yang kecil.	
16	(Russo et al., 2015)	2015	Tujuan penelitian ini adalah menyediakan alat untuk lebih memahami unsur apa dari sistem yang memerlukan intervensi untuk mengurangi dampak sistem lingkungan. Juga dirancang untuk mendukung	IFR (Ideal Final Result)	Produsen alat-alat mesin yang berlokasi di Turin.	

			desainer selama perbaikan produk, proses atau layanan sesuai dengan eco-parameter. Ini dilakukan sampai akhir proses penyelesaian masalah, menyarankan arah kerja, alat terbaik, heuristik dan praktik terbaik.			
17	(Trela et al., 2015)	2015	Makalah ini merupakan upaya untuk merinci manfaat yang dapat dimiliki TRIZ pada kinerja inovasi, selain menghasilkan solusi teknis untuk masalah inovasi yang diberikan. Ini menghasilkan penggunaan kerangka penilaian berdasarkan kapasitas inovasi perusahaan. Pendekatan kinerja inovasi ini banyak membantu dalam pengakuan semua efek samping dari eksperimen.	innovation	Desain alat pemanas hibrida (pompa panas listrik solid dikombinasikan dengan boiler kondensasi gas) dalam perusahaan Robert Bosch	Tidak banyak membahas terkait SME
18	(Vidal et al., 2015)	2015	Penelitian ini menyajikan metodologi inovatif untuk membantu desainer	Evolution trends	Desain produk keramik	Tidak banyak membahas terkait SME

			memprediksi evolusi teknologi untuk produk yang lebih ramah lingkungan.			
19	(Zhou & Zhao, 2016)	2016	Penelitian ini bertujuan untuk menemukan opsi yang efektif untuk mengurangi emisi karbon dari UKM penambangan batubara. Makalah ini memilih tambang batu bara permukaan untuk studi kasus. Tiga jenis opsi diusulkan menggunakan metode TRIZ dan strategi produksi yang lebih bersih: mengganti bahan peledak, mengurangi konsumsi minyak diesel, dan menghemat listrik	Ideality	UKM tambang batu bara.	

Dalam pemanfaatan TRIZ sebagai metodologi, salah satu klasterisasi yang telah dilakukan oleh (Chechurin & Borgianni, 2016b) adalah *Quality Function Deployment* dan teknik lain untuk pemetaan *customer to engineering*. TRIZ sebagai metode *engineering*, dikembangkan sebagai metode analisis dan pemecahan untuk masalah teknis yang dihadapi. Sebagai innovation tool, TRIZ semakin dikenal ketika diintegrasikan dengan roadmap pengembangan produk yang telah ada. Kemampuan TRIZ dalam memunculkan ide-ide baru membuat TRIZ dapat diintegrasikan dengan metode-metode lain (Chechurin, 2016a). QFD dikembangkan untuk memprioritaskan analisis kebutuhan pelanggan dan untuk

mendefinisikan dengan lebih sistematis pada masalah yang kontradiktif dan TRIZ membantu mengeliminasi kontradiksi pada kebutuhan pelanggan (Pacheco, Ten Caten, Navas, Jung, & Cruz-Machado, 2016).

SME/UMKM sering memiliki keterbatasan sumber daya, pengetahuan, dan kemampuan teknis untuk mengenali dampak lingkungannya sendiri (Zhou & Zhao, 2016). Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebagaimana tabel 2.2, tidak semua berbicara satu per satu studi kasus di UMKM. Tetapi, implementasi TRIZ dalam mendukung UMKM banyak disampaikan dalam penelitian-penelitian tersebut.

Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh (Russo et al., 2015), pendekatan *eco-innovation* dengan TRIZ telah diuji pada studi kasus nyata pada SME/UMKM manufaktur di Perancis dan Italia dengan hasil yang sangat baik. (Davide & Duci, 2015) dalam penelitiannya menyampaikan bahwa metode terkait dengan TRIZ telah diimplementasikan sejak 2012 sebagai sebuah kesatuan proyek yang bertujuan mempromosikan dan menguatkan pertumbuhan SME/UMKM di Italia. Metodologi FORMAT, yang mengadopsi beberapa teknik dan model TRIZ dalam mendukung *forecast*, saat ini sedang dalam aplikasi lebih lanjut dan validasi baik dalam Konsorsium dan oleh UKM lainnya di luar domain industri *white goods* (Cascini et al., 2015).

2.2 Studi Pustaka

2.2.1 Pengembangan Produk

Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan, dan pengiriman produk (Ulrich & Eppinger, 2001). Secara umum proses pengembangan terdiri dari enam fase:

1. Perencanaan. Kegiatan perencanaan sering dirujuk sebagai “*zerofase*”, karena kegiatan ini mendahului persetujuan proyek dan proses peluncuran pengembangan produk aktual.
2. Pengembangan konsep. Pada fase pengembangan konsep, kebutuhan pasar target diidentifikasi, alternatif konsep-konsep produk dibangkitkan dan dievaluasi, dan satu atau lebih konsep dipilih untuk pengembangan dan percobaan lebih jauh.
3. Perancangan tingkatan sistem. Fase perancangan tingkatan sistem mencakup definisi arsitektur produk dan uraian produk menjadi subsistem-subsistem serta komponen-komponen.
4. Perancangan detail. Fase perancangan detail mencakup spesifikasi lengkap dari bentuk, material, dan toleransi-toleransi dari seluruh komponen unik pada produk dan identifikasi seluruh komponen standar yang dibeli dari pemasok.
5. Pengujian dan perbaikan. Fase pengujian dan perbaikan melibatkan konstruksi dan evaluasi dari bermacam-macam versi awal produk. *Prototipe* awal (*alpha*) biasanya dibuat dengan menggunakan komponen-komponen dengan bentuk dan jenis material pada produksi sesungguhnya tetapi tidak memerlukan proses pabrikan dengan proses yang sama dengan proses yang sama dengan yang dilakukan pada produksi yang sesungguhnya.
6. Produksi awal. Pada produksi awal, produk dibuat dengan menggunakan sistem produksi yang sesungguhnya. Tujuan dari produksi awal ini adalah untuk melatih tenaga kerja dalam memecahkan masalah yang mungkin timbul pada proses produksi sesungguhnya.

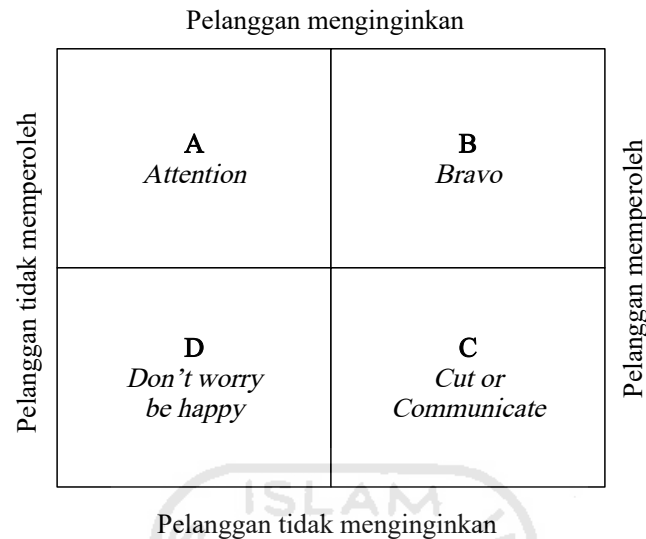
Proses pengembangan konsep merupakan proses pengembangan itu sendiri dan membutuhkan koordinasi yang lebih banyak daripada fungsi-fungsi lainnya. Proses pengembangan konsep mencakup kegiatan-kegiatan berikut:

1. Identifikasi kebutuhan pelanggan. Aktivitas ini dilakukan untuk memahami kebutuhan pelanggan berupa sekumpulan kebutuhan yang kemudian dikomunikasikan kepada tim pengembang.
2. Penetapan spesifikasi target. Aktivitas ini dilakukan untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan ke dalam bahasa teknis bagaimana produk itu bekerja.
3. Penyusunan konsep. Aktivitas ini dilakukan untuk menggali lebih dalam terkait konsep yang mungkin sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Penyusunan konsep dapat dilakukan dengan penelitian eksternal serta pemecahan masalah secara kreatif dan penelitian sistematis dari bagian-bagian solusi yang dihasilkan. Hasil dari penyusunan konsep ini biasanya berjumlah 10 hingga 20 konsep, dimana masing-masing konsep diwakili oleh sketsa serta uraian singkat.
4. Pemilihan konsep. Aktivitas ini dilakukan dimana berbagai konsep yang telah dihasilkan pada proses sebelumnya dianalisis dan dieliminasi untuk mengidentifikasi konsep yang paling menjanjikan. Proses ini dapat berupa iterasi dan dimungkinkan adanya penambahan serta perbaikan konsep.
5. Penentuan spesifikasi akhir. Aktivitas ini dilakukan untuk melihat kembali spesifikasi target yang telah ditentukan di awal apakah telah terpenuhi.
6. Perencanaan proyek. Aktivitas ini tim membuat jadwal pengembangan secara rinci, rencana strategi untuk waktu yang optimal, serta sumber daya yang dibutuhkan.

7. Analisis ekonomi. Aktivitas ini membuat model ekonomis terutama untuk produk baru yang digunakan untuk memastikan kelanjutan pengembangan secara menyeluruh.
8. Analisis produk-produk pesaing. Pemahaman produk pesaing penting dilakukan untuk menentukan posisi produk dan dapat menjadi sumber ide untuk rancangan produk dan proses produksi.
9. Pemodelan pembuatan *prototype*. Pembuatan model dilakukan di setiap proses tahapan pengembangan. Model *prototype* penting untuk menunjukkan kelayakan dari produk yang dikembangkan.

Untuk memahami ekspektasi pengguna, kita dapat menggunakan Costumer Windows yang diperkenalkan oleh ARBOR, sebuah perusahaan riset pasar dan TQM yang terpusat di Philadelphia (Gaspersz, 2001). *Costumer Windows* sebagaimana gambar 2.1 membagi karakteristik produk dalam empat kuadran, yaitu:

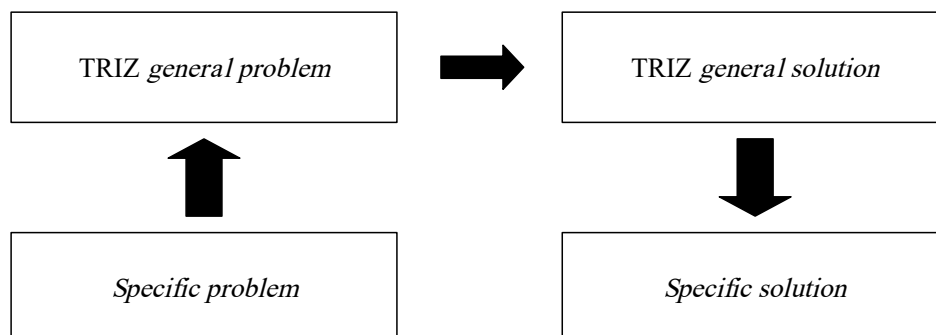
1. Pelanggan menginginkan karakteristik itu tetapi ia tidak mendapatkannya,
2. Pelanggan menginginkan karakteristik itu dan ia mendapatkannya,
3. Pelanggan tidak menginginkan karakteristik itu tetapi ia mendapatkannya,
4. Pelanggan tidak menginginkan karakteristik itu dan ia tidak mendapatkannya.



Gambar 2.1. Customer windows

2.2.2 TRIZ

TRIZ dalam bahasa Rusia *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch* yang kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris Theory of Problem Solving merupakan filosofi, proses, dan rangkaian tool terutama pemecahan masalah kontradiksi (Yeoh, 2016). TRIZ yang dikembangkan oleh Genrich Altshuller menyatakan bahwa evolusi teknologi berjalan pada jangka panjang mengikuti pola yang berulang (Fey & Rivin, 2005). TRIZ menggunakan situasi analog dan prinsip desain untuk menemukan solusi yang terfokuskan pada penghilangan konflik dengan menyelimuti desain daripada meningkatkan kompromi (Rainey, 2008). TRIZ Klasik didasarkan pada pondasi praktis yang stabil. Pondasi ini adalah hak paten, jutaan paten di mana solusi dan prosedur nyata untuk solusi atas masalah dan pengalaman jutaan penemu terakumulasi. Ini adalah penemuan revolusioner Altshuller untuk secara langsung memeriksa informasi obyektif yang ditemukan dalam penemuan (Orloff, 2006).



Gambar 2.2. Bagaimana TRIZ bekerja

Gambar 2.2 menunjukkan bagaimana TRIZ bekerja. *Specific problem*, sebagai masalah aktual yang akan dipecahkan, digeneralisasikan ke dalam *general problem* dengan dasar model masalah. Berdasarkan *general problem*, TRIZ menyarankan *tool* untuk memecahkan masalah tersebut sehingga diperoleh solusi aktual (Yeoh, 2016).

2.1.1. Kontradiksi

Masalah dapat dikatakan telah terpecahkan ketika kontradiksi telah dihilangkan (Altshuller, 1996). Kontradiksi adalah benturan sederhana dari solusi, ketika kita menginginkan solusi yang berlawanan atau memperkenalkan solusi baru tetapi di sisi lain dari sistem mengalami sesuatu yang buruk. Kontradiksi juga bisa menjadi kebutuhan manfaat yang berlawanan yang dicapai dengan fitur atau fungsi yang berlawanan (Gadd, 2012).

Kontradiksi pada umumnya dapat dibagi menjadi dua jenis (Li et al., 2013):

1. *Engineering contradiction*, dimana melibatkan dua *engineering parameter* yang berbeda. Ini berarti upaya untuk meningkatkan satu parameter tetapi di satu sisi memburuknya parameter lain.

2. *Physical contradiction*, dimana dua persyaratan berlawanan pada satu engineering parameter. Harus ditekankan bahwa 40 *inventive principles* dapat dibagi menjadi empat kelompok sesuai dengan *separation principles*, yaitu *separation in space*, *separation in time*, *separation in relation*, dan *separation in system level*. Sementara itu, 40 *inventive principles* juga merupakan solusi kuat untuk menyelesaikan *physical contradiction*.

2.1.2. 39 Engineering Parameters.

Parameter ini berisi 39 *standard technical characteristics* yang menyebabkan konflik permasalahan dalam sistem atau objek. 39 parameter itu adalah sebagaimana tabel 2.3.

Tabel 2.3: 39 Engineering Parameters

No.	Engineering Parameters	No.	Engineering Parameters
1	Weight of moving object	21	Power
2	Weight of non moving object	22	Waste of energy
3	Length of moving object	23	Waste of substance
4	Length of non moving object	24	Loss of information
5	Area of moving object	25	Waste of time
6	Area of non moving object	26	Amount of substance
7	Volume of moving object	27	Reliability
8	Volume of non moving object	28	Accuracy of measurement
9	Speed	29	Accuracy of manufacturing
10	Force	30	Harmful factors acting on object

11	<i>Tension, pressure</i>	31	<i>Harmful side effects</i>
12	<i>Shape</i>	32	<i>Manufacturability</i>
13	<i>Stability of object</i>	33	<i>Convenience of use</i>
14	<i>Strength</i>	34	<i>Repairability</i>
15	<i>Durability of moving object</i>	35	<i>Adaptability</i>
16	<i>Non moving object durability</i>	36	<i>Complexity of device</i>
17	<i>Temperature</i>	37	<i>Complexity of control</i>
18	<i>Brightness</i>	38	<i>Level of automation</i>
19	<i>Energy spent by moving object</i>	39	<i>Productivity</i>
20	<i>Energy spent by non moving object</i>		

Penjelasan mengenai terminologi engineering parameters dimana dapat berupa teknik, subsistem, atau element tunggal, adalah sebagai berikut (Savransky, 2001):

Klaster 1, parameter fisik dan geometri biasa:

- 1 *Weight of moving object* (1) dan *weight of non moving object* (2) terkait dengan massa dari subsistem, elemen, atau teknik pada gaya gravitasi. Penggunaan tenaga yang mendukung atau suspensi atau pada permukaan ketika berhenti.
- 2 *Length of moving object* (3) dan *length of non moving object* (4) terkait dengan karakteristik geometris yang dideskripsikan dengan bagian garis (lurus atau melengkung dan tidak perlu terpanjang) yang dapat diukur dengan unit dan dimensi linear seperti meter, inchi, dan lain-lain.
- 3 *Area of moving object* (5) dan *area of non moving object* (6) terkait dengan karakteristik geometri yang dideskripsikan dengan bagian bidang

yang tertutup dengan garis kontinyu yang dapat diukur pada unit dimensi persegi. Bagian dari permukaan yang menempati dari subsistem.

- 4 *Volume of moving object* (7) dan *volume or non moving object* (8) terkait dengan karakteristik geometri yang mendeskripsikan tentang bagian dari ruang yang dapat diukur dalam unit dimensi kubik. Bagian dari ruang, baik internal maupu eksternal, yang menempati subsistem.
- 5 *Speed* (9) terkait dengan kecepatan dari subsistem. Rata-rata proses atau aksi dalam waktu yang dapat diukur denagn unit yang linear pada panjang yang terbagi pada unit waktu.
- 6 *Force* (10) terkait dengan beberapa interaksi yang dapat mengubah kondisi subsistem yang terjadi karena interaksi antar subsistem.
- 7 *Stress or pressure* (11) terkait dengan tekanan yang terjadi atau di dalam subsistem.
- 8 *Shape* (12) terkait dengan kontur eksternal, batasan, yang yang membatasi subsistem dengan lingkungan atau subsistem lain. Tampilan subsistem di suatu tempat.
- 9 *Temperature* (17) terkait dengan kondisi termal dari subsistem. Dengan bebas mencakup paremeter termal lainnya, semisal kapasitas panas, yang mempengaruhi kecepatan perubahan panas.
- 10 *Brightness* (18) terkait dengan flux cahaya per unit area. Juga karakteristik iluminasi lainnya dari subsistem, seperti intensitas cahaya, derajat iluminasi.
- 11 *Power* (21) terkait dengan kecepatan waktu dari penggunaan energi ketika terjadi performansi fungsi subsistem.

Klaster 2. parameter negatif teknik independen

- 1 *Durability of moving object* (15) dan *durability of non moving object* (16) terkait dengan waktu selama subsistem dapat menampilkan kegunaan

dan/atau fungsi netral (daya tahan). Hal ini dapat diperkirakan pada periode rata-rata antar kegagalan, waktu hidup.

- 2 *Energy spent by moving object* (19) dan *energy spent by non moving object* (20), terkait dengan kebutuhan subsistem (seperti kelistrikan atau rotasi) untuk menampilkan fungsi khusus. Energi sering disediakan oleh teknik atau supersistem.
- 3 *Waste of energy* (22) terkait dengan penggunaan energi, semisal panas, yang tidak dapat disalurkan kepada pekerjaan. Pembuangan energi biasanya heuristik yang membedakan pada peningkatan penggunaan energi. Akibatnya, hilangnya energi adalah parameter terpisah.
- 4 *Waste of substance* (23) terkait dengan secara parsial maupun menyeluruh, permanen maupun temporer kehilangan beberapa material atau elemen subsistem.
- 5 *Loss of information* (24) terkait dengan secara parsial maupun menyeluruh, permanen maupun temporer kehilangan data atau akses ke data pada atau oleh subsistem. Seringnya mencakup data sensori seperti aroma, tekstur, dan lain-lain.
- 6 *Waste of time* (25) terkait dengan daya tahan dari aktivitas. Peningkatan hilangnya waktu berarti mengurangi waktu yang digunakan untuk aktivitas. “*Cycle time reduction*” adalah istilah yang biasa digunakan.
- 7 *Amount of subsystem* (26) terkait dengan jumlah dari material atau elemen subsistem yang dapat berubah secara menyeluruh maupun parsial, permanen maupun temporer.
- 8 *Harmful factor acting on subsystem* (27) terkait dengan kemampuan konsep dari subsistem yang secara eksternal menimbulkan efek merugikan.

- 9 *Harmful side effects* (31) terkait dengan efek merugikan yang ditimbulkan oleh subsistem atau bagian dari operasi dalam teknik dan yang mengurangi efisiensi atau kualitas saat memfungsikan subsistem atau keseluruhan teknik.

Klaster 3. parameter positif teknik independen

- 1 *Stability of subsystem* (13) terkait dengan kemampuan dari subsystem untuk menjaga kesatuannya. Kemantapan elemen subsistem di suatu waktu. Penggunaan dekomposisi kimia, *disassembly*, dan peningkatan entropi, demikian tersebut adalah penurunan stabilitas.
- 2 *Strength* (14) terkait dengan kemampuan subsistem untuk menjaga perubahan energi. Resistansi pada kehancuran.
- 3 *Reliability* (27) terkait dengan kemampuan subsistem untuk menampilkan fungsi yang diharapkan pada langkah dan kondisi yang diprediksi.
- 4 *Accuracy of measurement* (28) terkait dengan kedekatan nilai pengukuran pada nilai aktual dari parameter subsistem.
- 5 *Accuracy of manufacturing* (29) terkait dengan kedekatan dengan karakteristik aktual dari subsistem pada karakteristik khusus atau yang dibutuhkan yang dapat dicapai pada waktu produksi subsistem.
- 6 *Manufacturability* (32) terkait dengan derajat fasilitas, kenyamanan, kemudahan, atau penggunaan usaha minimal pada manufaktur atau fabrikasi subsistem.
- 7 *Convenience of use* (33) terkait dengan kesederhanaan dan kemudahan operasi. Teknik disebut tidak nyaman jika membutuhkan banyak langkah untuk mengoperasikan atau membutuhkan alat khusus, banyak pekerja yang berkecakapan tinggi, dan lain-lain. Sering proses yang nyaman memiliki

- 8 *Repairability* (34) terkait dengan kualitas karakteristik seperti kenyamanan, kesederhanaan, dan waktu untuk memperbaiki pelanggaran, kesalahan, atau kerusakan dari subsistem. Seringnya proses yang nyaman memberikan hasil yang berkemungkinan baik.
- 9 *Adaptability* (35) terkait dengan kemampuan subsistem untuk merespon dengan positif pada perubahan eksternal dan kecakapan pada subsistem yang dapat digunakan pada banyak cara dibawah keberagaman dan keadaan.
- 10 *Complexity* (36) terkait dengan jumlah dan perbedaan dari elemen dan elemen saling terkait dengan subsistem. Pengguna bisa jadi adalah elemen dari subsistem yang meningkatkan kompleksitas. Kesulitan dari penguasaan subsistem adalah mengukur dari kompleksitas.
- 11 *Complexity of control* (37) terkait dengan pengukuran atau melihat subsistem yang sulit, mahal, dan membutuhkan banyak waktu dan tenaga untuk set up dan menggunakan, yang memiliki hubungan fuzzy antara komponen, atau memilih komponen yang mengganggu satu sama lain, menunjukkan “kesulitan mendeteksi dan mengukur”.
- 12 *Level of automation* (38) terkait dengan kemampuan subsistem untuk menunjukkan fungsi tanpa kehadiran manusia. Level terendah dari otomasi adalah alat yang dioperasikan manual. Untuk level menengah, manusia memprogram alat, mengobservasi operasinya, dan menghentikan atau memprogram ulang jika diperlukan. Untuk level tertinggi, operasi perasaan mesin diperlukan, memprogram sendiri, dan memonitor operasinya sendiri.
- 13 *Productivity* (39) terkait dengan jumlah pekerjaan atau operasi yang ditampilkan oleh subsistem atau keseluruhan teknik per unit waktu. Waktu

dari unit pekerjaan atau operasi. Output per unit waktu atau biaya per unit output.

2.1.3. 40 *Inventive Principles*

Prinsip-prinsip ini merupakan 40 prinsip yang bertujuan memberikan solusi-solusi untuk mengatasi kontradiksi yang terjadi antar karakteristik. Prinsip-prinsip tersebut sebagaimana ada di tabel 2.4.

Tabel 2.4: 40 Inventive Principles

<i>No.</i>	<i>Inventive Principles</i>	<i>No.</i>	<i>Inventive Principles</i>
1	<i>Segmentation</i>	21	<i>Hurrying (skipping, rushing through)</i>
2	<i>Takeout</i>	22	<i>Blessing in disguise</i>
3	<i>Local quality</i>	23	<i>Feedback</i>
4	<i>Asymmetry</i>	24	<i>Intermediary</i>
5	<i>Merging</i>	25	<i>Self-service</i>
6	<i>Universality</i>	26	<i>Copying</i>
7	<i>Nested doll</i>	27	<i>Service Life</i>
8	<i>Anti-weight</i>	28	<i>Mechanics substitution</i>
9	<i>Preliminary anti-action</i>	29	<i>Pneumatic or hydraulic constructions</i>
10	<i>Preliminary action</i>	30	<i>Flexible shells and thin films</i>
11	<i>Beforehand cushioning</i>	31	<i>Porous materials</i>
12	<i>Equipotentiality</i>	32	<i>Change of color</i>
13	<i>Other way round</i>	33	<i>Homogeneity</i>
14	<i>Spheroidality</i>	34	<i>Discard and recover</i>
15	<i>Variability or</i>	35	<i>Change physical or chemical</i>

	<i>dynamicism</i>		<i>parameters</i>
16	<i>Partial or excessive action</i>	36	<i>Phase transitions</i>
17	<i>Another dimension</i>	37	<i>Thermal expansion</i>
18	<i>Mechanical vibrations</i>	38	<i>Strong oxidants</i>
19	<i>Periodic actions</i>	39	<i>Inert atmosphere</i>
20	<i>Continuity of useful action</i>	40	<i>Composite materials</i>

Penjelasan mengenai 40 inventive parameters adalah (Kim & Yoon, 2012):

- 1 *Segmentation* yaitu:
 - a membagi sebuah objek atau sistem ke dalam beberapa bagian independen
 - b membuat sebuah objek atau sistem menjadi mudah untuk dirangkai
 - c meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi
- 2 *Extraction* yaitu memisahkan bagian yang berhubungan atau properti dari objek atau sistem atau mengeluarkan salah satu bagian dari objek atau sistem.
- 3 *Local quality* yaitu mengubah salah satu struktur objek atau sistem dari yang seragam menjadi tidak seragam, mengubah lingkungan eksternal dari seragam menjadi tidak seragam.
- 4 *Asymmetry* yaitu:
 - a mengubah bentuk objek atau sistem dari simetri menjadi tidak simetri
 - b jika objek atau sistem telah asimetri, tingkatkan derajat asimetrinya
- 5 *Consolidation* yaitu:
 - a gabungkan objek atau sistem yang identik atau sama, rangkai bagian yang identik atau sama pada penampilan operasi paralel.

- b Buat operasi kontinyu atau paralel, gunakan pada satu waktu.
- 6 *Universality* yaitu:
 - a buat part, objek, atau sistem melakukan banyak fungsi, eliminasi penggunaan part lain
 - b gunakan fitur standar
 - 7 *Nesting* yaitu:
 - a letakkan suatu objek atau sistem di dalam sistem lainnya.
 - b Buat satu part masuk ke dalam lubang part lainnya.
 - 8 *Counterweight* yaitu mengkompensasi berat objek atau subsistem, gabungkan objek tersebut dengan objek atau sistem lain yang membuat naik.
 - 9 *Prior interaction* yaitu jika perlu melakukan tindakan baik kepada efek merugikan maupun menguntungkan, hal ini seharusnya diganti dengan anti aksi untuk mengendalikan efek merugikan.
 - 10 *Prior action* yaitu melakukan perubahan kebutuhan dari objek atau sistem, baik menyeluruh maupun parsial.
 - 11 *Beforehand cushioning* yaitu persiapkan terlebih dahulu untuk mengimbangi kehandalan yang lemah dari objek atau sistem.
 - 12 *Equipotentiality* yaitu pada energi potensial, batasi perubahan posisi.
 - 13 *Other way round* yaitu membalik tindakan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah.
 - 14 *Spheroidality* yaitu daripada menggunakan part, penampang atau bentuk yang lurus, gunakan yang yang melengkung, ubah dari permukaan datar kepada yang berbentuk bola, dari part yang berbentuk kubus kepada struktur bola.

- 15 *Variability or dynamicity* yaitu desain karakteristik dari objek, lingkungan eksternal, untuk mengubah menjadi optimal atau menemukan kondisi operasi optimal.
- 16 *Partial or excessive action* yaitu jika 100% dari objek atau sistem sulit untuk dipenuhi menggunakan metode solusi, kemudian menggunakan yang lebih ringan dari metode yang sama, masalah mungkin sekali lebih mudah dipecahkan.
- 17 *Another dimention* yaitu:
 - a ubah dua sistem atau objek pada dua atau tiga dimensi ruang
 - b gunakan susunan banyak tempat dari objek atau sistem daripada tunggal
- 18 *Mechanical vibration* yaitu:
 - a kenakan objek atau sistem dengan osilasi atau getaran
 - b tingkatkan frekuensi getaran
- 19 *Periodic action* yaitu:
 - a daripada menggunakan aksi kontinyu, gunakan aksi periodik
 - b jika aksi periodik telah digunakan, ubah frekuensi periodiknya.
- 20 *Continuity of useful action* yaitu:
 - a buat pekerjaan menjadi kontinyu, buat semua part dari objek atau sistem bekerja penuh tenaga sepanjang waktu
 - b buang semua aksi *idle* dari pekerjaan
- 21 *Hurrying/rushing through* yaitu buat proses atau beberapa tingkatan (kerusakan, kerugian, operasi beresiko) pada kecepatan tinggi.
- 22 *Blessing in disguise* yaitu:
 - a gunakan faktor yang merugikan untuk mencapai efek positif

- b hilangkan aksi utama yang merugikan dengan menambahkan efek yang merugikan pada aksi merugikan lainnya untuk memecahkan masalah, tingkatkan faktor perugi hingga pada derajat yang tidak merugikan
- 23 *Feedback* yaitu:
- a tampilkan feedback untuk meningkatkan proses atau aksi
 - b jika feedback telah digunakan, ubah besarnya atau pengaruhnya
- 24 *Intermediary* yaitu:
- a gunakan tempat yang sebagai penengah atau proses yang menengahi
 - b gabungkan objek temporer dengan lainnya
- 25 *Self service* yaitu:
- a gunakan objek atau sistem itu sendiri untuk meningkatkan performa yang membantu pekerjaan
 - b gunakan yang terbuang dari sumber daya, energi, atau *substance*
- 26 *Copying* yaitu:
- a disamping barang yang tidak tersedia, mahal, dan mudah pecah, gunakan tiruan yang sederhana dan murah
 - b ganti objek, sistem, atau proses dengan tiruan optik
- 27 *Service life* yaitu ganti objek atau sistem yang mahal dengan beberapa objek atau sistem yang murah, dengan kualitas yang sesuai.
- 28 *Mechanics substitution* yaitu:
- a ubah mekanik dengan sensor (optik, akustik, rasa, atau bau).
 - b Gunakan energi magnetik, elektrik, dan elektromagnetik untuk berinteraksi dengan objek atau sistem.
- 29 *Pneumatic or hydraulic construction* yaitu gunakan *part* yang *intangible* dari objek atau sistem disamping *part* yang *tangible*.
- 30 *Flexible shell and thin films* yaitu gunakan lapisan fleksibel atau selaput tipis daripada struktur tiga dimensi.

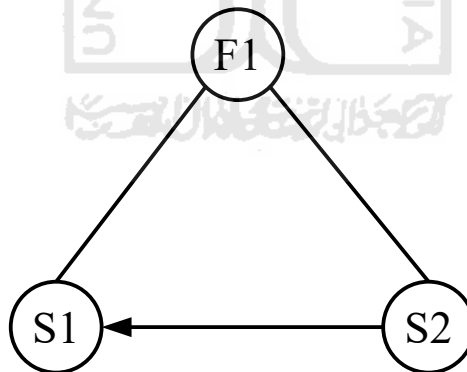
- 31 *Porous materials* yaitu buat objek atau sistem menjadi berpori atau tambahkan elemen yang berpori.
- 32 *Change of colour* yaitu:
- ubah warna objek, sistem, atau lingkungan eksternal
 - ubah transparansi objek, sistem, atau lingkungan eksternal
- 33 *Homogeneity* yaitu buat sistem atau objek dengan memberikan material yang sama pada objek atau sistem.
- 34 *Discard and recover* yaitu:
- membuat bagian dari objek atau sistem yang mengisi kegunaannya dikeluarkan atau memodifikasinya secara langsung selama operasi
 - sebaliknya, mengembalikan bagian yang habis diambil dari objek atau sistem secara langsung selama operasi.
- 35 *Change physical or chemical parameters* yaitu mengubah bentuk fisik objek atau sistem.
- 36 *Phase transitions* yaitu menggunakan fenomena yang terjadi selama transisi fase.
- 37 *Thermal expansion* yaitu
- menggunakan ekspansi termal (atau kontraksi) dari material
 - jika ekspansi termal sudah digunakan, gunakan banyak material dengan koefisien yang berbeda dari ekspansi termal.
- 38 *Strong oxidant* yaitu
- mengganti udara biasa dengan udara kaya oksigen.
 - Mengganti udara kaya oksigen dengan oksigen murni
- 39 *Inert atmosphere* yaitu
- mengganti lingkungan biasa dengan lingkungan lembam
 - tambahkan bagian netral atau penambah yang lembam pada objek atau sistem

40 *Composite materials* yaitu mengganti material yang seragam menjadi banyak jenis material.

2.2.3 Su-Field Analysis

Substance-Field Model atau disebut juga dengan Su-Field Model, adalah metode memodelkan masalah pada dua *substance* (dua objek) yang berinteraksi melalui *field* (Yeoh, 2016). Su-field model digunakan untuk menggambarkan masalah yang sebenarnya serta memberikan analisis yang terperinci tentang masalah dalam sistem teknis (Gadd, 2012). Untuk memecahkan masalah yang telah dimodelkan dalam Su-Field maka digunakan 76 *Standard Inventive Solution*.

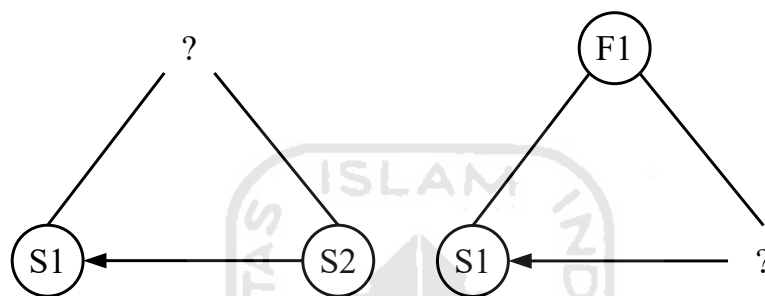
Su-Field Model dapat digambarkan sebagaimana Gambar 2.3. Istilah *Substance* dapat berarti luas, sering kali diartikan sebagai sistem teknologi dengan variasi derajat kompleksitas. Istilah *Field* merujuk pada energi yang dibutuhkan dalam interaksi antara dua *substance* (Fey & Rivin, 2005).



Gambar 2.3. Su-field

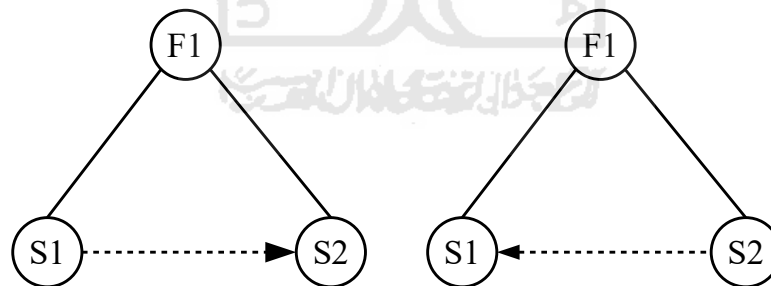
Idealnya, suatu sistem berbentuk Su-Field lengkap sebagaimana gambar. Terdapat empat tipe Su-Field yang dapat digunakan untuk memodelkan masalah.

1. *Incomplete* su-field dimana absennya *field* atau *substance*, sebagaimana gambar 2.4. Pada 76 standard solution digunakan Class 1.1 untuk memecahkan masalah tersebut. Masalah dapat terpecahkan ketika terbentuk Su-Field lengkap yang efektif dengan menambahkan *substance* atau *field*.



Gambar 2.4. *Incomplete Su-field*

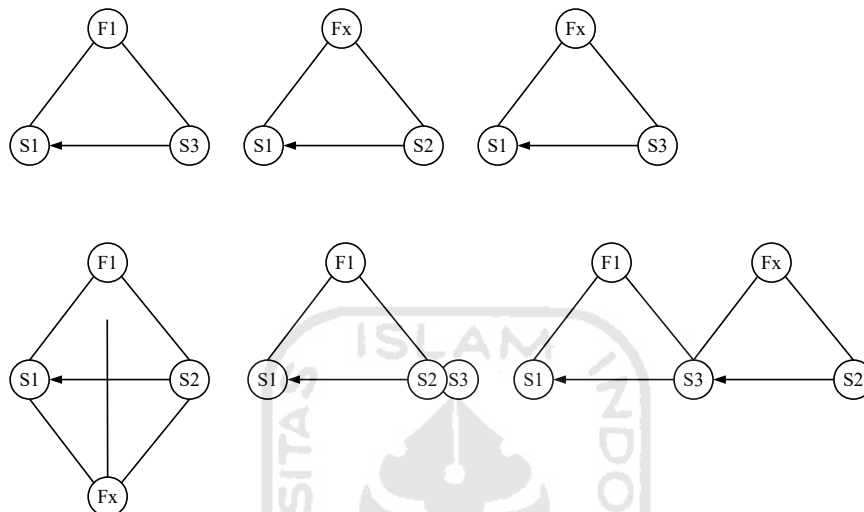
2. *Ineffective/insufficient* su-field sebagaimana gambar 2.5.



Gambar 2.5. *Ineffective/insufficient su-field*

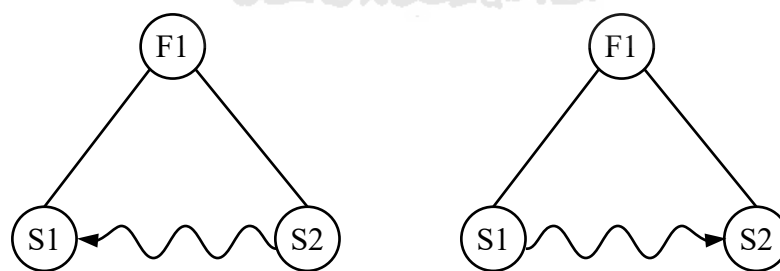
3. Pemecahan masalah dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pada 76 *standard solution* digunakan *Class 2* atau *3* untuk memecahkannya, yaitu

dengan menambahkan *substance* dan/atau *field* baru dan menghasilkan Su-field yang lebih kompleks ataupun berantai, sebagaimana gambar 2.6.



Gambar 2.6. Pemecahan ineffective/insufficient Su-field

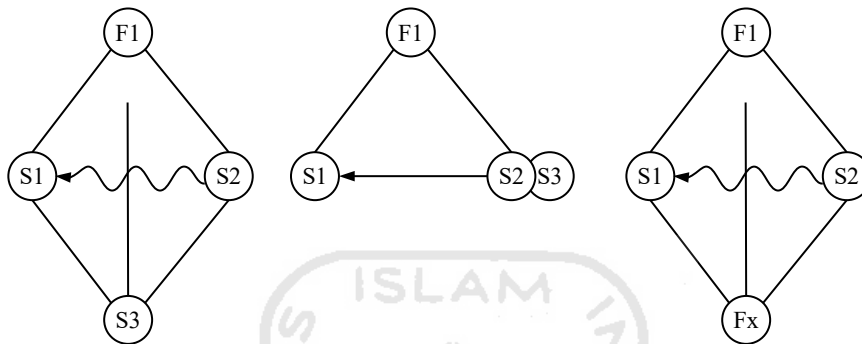
4. *Harmful* Su-field terjadi sebagaimana gambar 2.7. Pemecahan masalah dilakukan untuk mengeliminasi dampak negatif pada sistem.



Gambar 2.7. Harmful Su-field

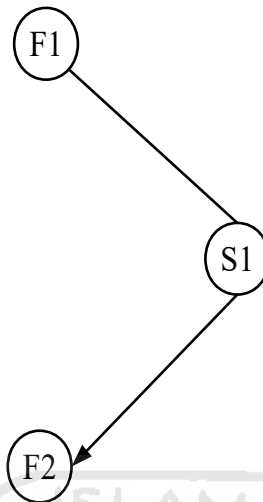
Untuk memecahkan masalah ini, pada 76 *standard solution* digunakan *Class 1.2*. Terdapat dua cara dalam mengaplikasikan *standard solution*

yaitu pertama memasukkan substance lain atau kedua memasukkan *field* lain untuk memecahkan dampak negatif, sebagaimana gambar 2.8.



Gambar 2.8. Pemecahan harmful Su-Field

5. *Measurement/detection* Su-Fields. Penggunaan *Class 4* pada 76 standard solution untuk memecahkan atau menghasilkan konsep pengukuran dan mendeteksi masalah Su-Field, sebagaimana gambar 2.9.

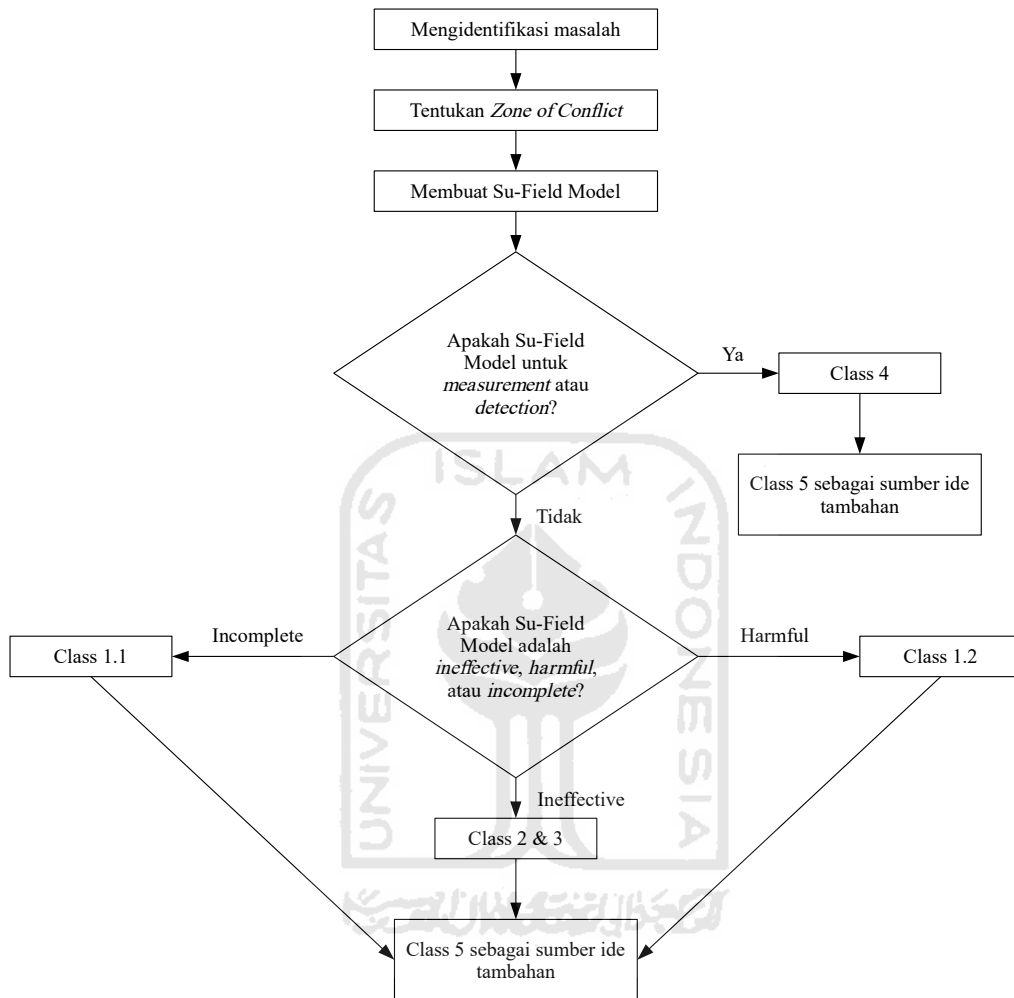


Gambar 2.9.
Measurement/detection Su-
Fields

2.2.4 76 Standard solution

76 standard solution membantu menyederhanakan dan meningkatkan sistem dan memecahkan masalah dalam sistem, terutama ketika ada sesuatu yang salah dalam sistem, ketika terjadi hal yang berlebihan, berbahaya, tidak memenuhi, atau absen. Memecahkan masalah dengan menggunakan *standard solution* mengarahkan pada peningkatan sistem atau menggerakkan ke sistem berikutnya pada peta evolusi (Gadd, 2012). Standard solution ini berupa daftar yang terkait dengan pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan *Su-Field Model*.

Alur penggunaan 76 *standard solution* dapat digambarkan sebagaimana gambar 2.10.

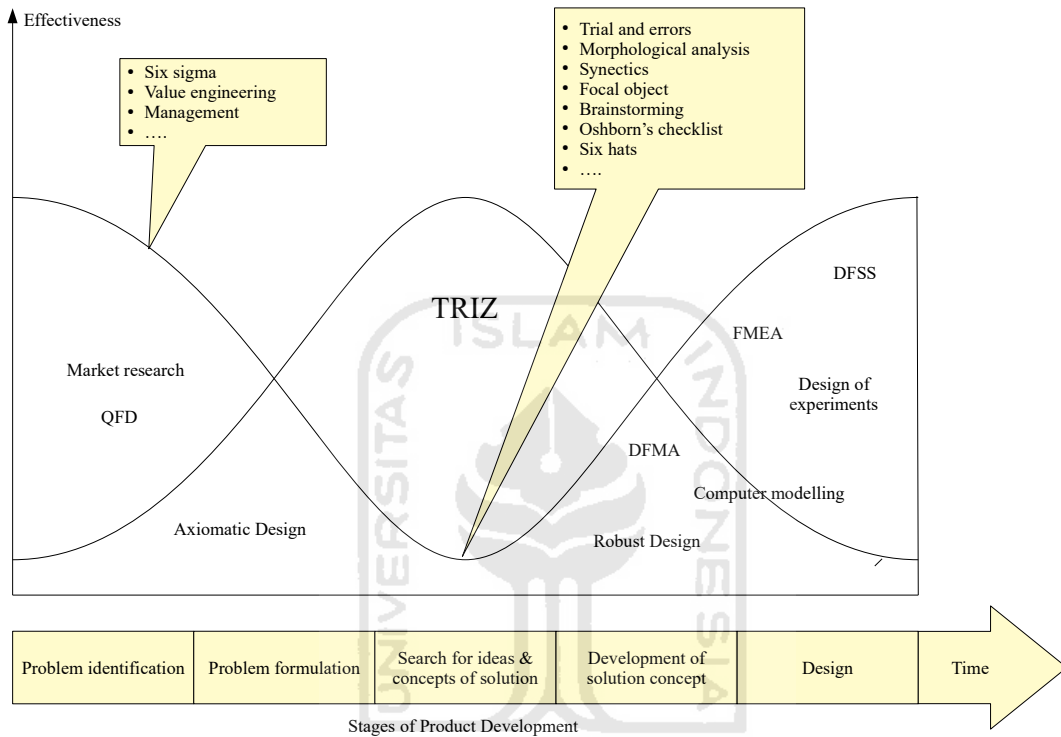


Gambar 2.10. Alur penggunaan 76 standard solution

2.3 TRIZ Dalam Perancangan Produk

Sebagaimana gambar 2.11, perbedaan utama dari TRIZ dibandingkan dengan hampir setiap metodologi desain lainnya adalah bahwa triz menawarkan sejumlah besar alat pemecahan masalah dan pendekatan, di samping alat perumusan masalah. TRIZ, sebagaimana gambar, mengisi kekosongan yang

melekat pada alat pengembangan produk konvensional lainnya, di bidang pengembangan ide dan konsep (Guin et al., 2016).



Gambar 2.11. TRIZ dalam perancangan produk

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Fokus Kajian Penelitian

Fokus kajian dalam penelitian ini adalah merancang alat pelorotan malam batik dengan mempertimbangkan masalah yang dirasakan oleh pengguna. Keterlibatan stakeholder yaitu pengrajin batik dalam penelitian ini menjadi penting karena suara konsumen adalah faktor utama dalam perancangan produk. Objek penelitian ini adalah pengrajin batik yang mengerjakan proses pelepasan malam batik.

3.2 Objek Dan Subjek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sistem kerja di unit workshop IKM “Batik Keraton” Kabupaten Pekalongan. Subjek penelitian adalah pemilik dan pekerja bagian pelorotan malam batik di IKM “Batik Keraton”.

3.3 Jenis Dan Sumber Data

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang langsung diambil dari objek penelitian yang ditemui di lapangan. Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode:

- a. Wawancara
- b. Observasi produk.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan dari berbagai literatur, karya tulis, informasi, jurnal buku yang memiliki keterkaitan dengan tema dan fokus penelitian ini. Sehingga, secara tidak langsung dapat

mendukung peneliti dalam memahami persoalan, data dan analisis yang dilakukan.

3.4 Alur Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan sebagaimana diagram alir gambar 3.1, dimana penjelasan masing-masing langkah adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan.

Pada tahap persiapan ini, hal-hal yang dilakukan adalah menyiapkan instrumen penelitian, baik peralatan pengukuran maupun lembar data dan daftar pertanyaan wawancara.

2. Observasi dan pengumpulan data-data

Pada tahap ini, dilakukan observasi untuk mengetahui lokasi, kondisi di lapangan, dan aktivitas yang dikerjakan di dapur produksi. Dengan observasi terkait produk yang ada serta wawancara kepada perajin serta pemilik usaha, diperoleh masalah yang akan dipecahkan. Pada tahap ini juga diobservasi sejauh mana selama ini masalah diatasi.

3. Proses pemecahan masalah dengan TRIZ

1. Pembuatan *Function Analysis* dan *Cause and Effect Chain Analysis*.

Pada tahap ini diidentifikasi komponen dari sistem mana saja yang terkait dengan masalah. Di tahap ini juga diidentifikasi dan dianalisis penyebab munculnya masalah.

2. Identifikasi dan analisis kontradiksi.

Pada tahap ini diidentifikasi dan dianalisis kontradiksi yang terjadi terkait masalah yang ada. Pada tahap ini dianalisis pula jenis kontradiksi apa yang terjadi, apakah *technical contradiction* atau *physical contradiction*. Dengan diketahui kontradiksi dan jenis kontradiksi yang terjadi, dianalisis *inventive principles* yang mungkin dapat digunakan untuk memecahkan masalah.

3. Identifikasi dan pemodelan Su-Field *Analysis* ARIZ.

Pada tahap ini diidentifikasi *zone of conflict* yang terjadi terkait munculnya masalah, *substance* dan *field* (Su-field) yang ada terkait aktivitas yang memuat masalah, dan Su-field serta 76 *standard solution* yang mungkin digunakan untuk pemecahan masalah.

4. Memunculkan konsep-konsep produk

Hasil analisis dan pemecahan masalah terkait kontradiksi, inventive principles, Su-field, dan *standard solution* yang telah dihadirkan, maka dimunculkan beberapa desain pengembangan.

4. Seleksi konsep

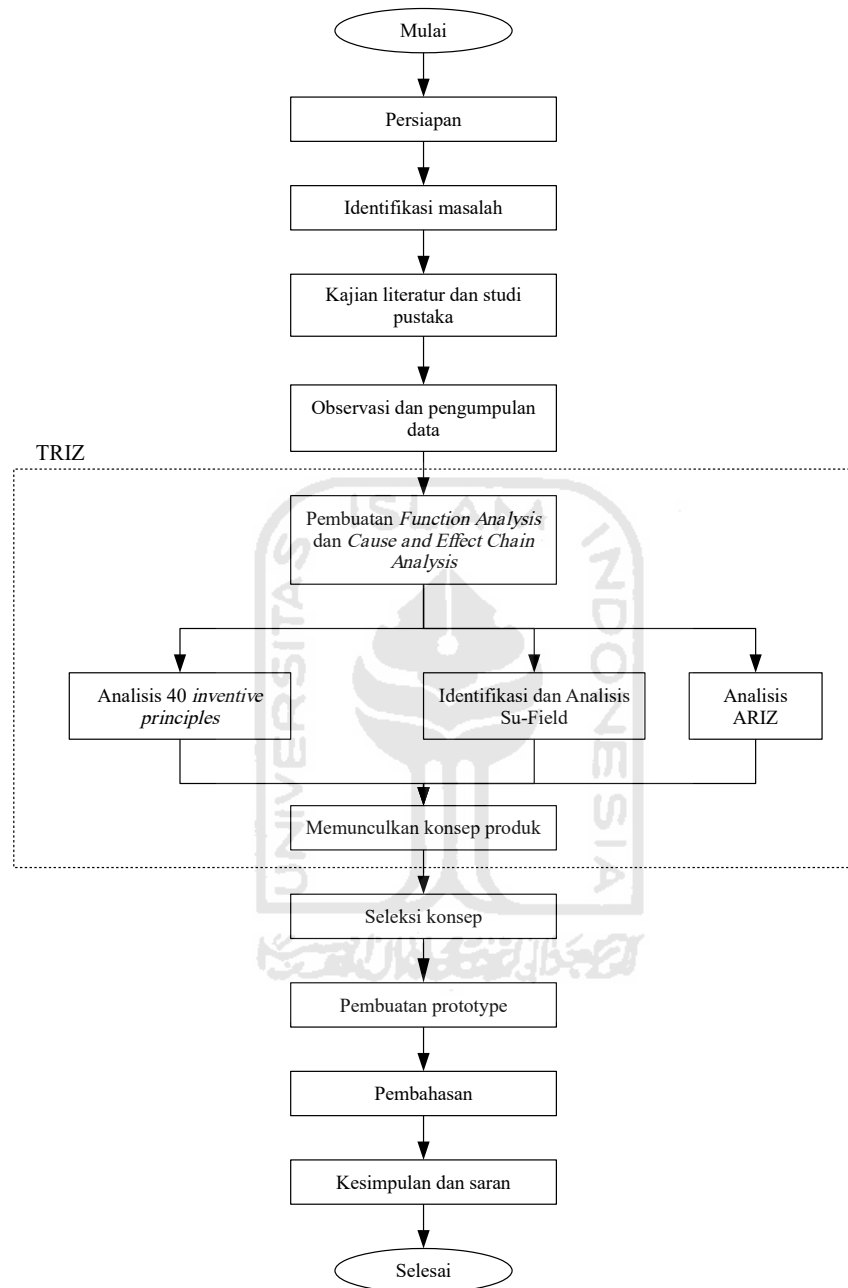
Pada tahap ini, beberapa desain berupa *prototype* visual yang telah dirancang dikembalikan ke pemilik usaha dan perajin untuk diseleksi mana desain yang mungkin untuk dikembangkan lebih lanjut. Seleksi mempertimbangkan pemecahan masalah yang telah dilakukan serta kemungkinan dan kemudahan untuk dibuat, pengoperasian, dan perawatan.

5. Evaluasi

Hasil seleksi dimungkinkan adanya perubahan sesuai dengan saran dari responden. Perubahan dapat berupa perubahan bentuk secara parsial atau dapat pula penggabungan antar desain guna optimalisasi fungsi desain produk.

6. Pembuatan *prototype*

Desain produk yang telah disepakati oleh responden dibangun *prototype* untuk memvalidasi bahwa masalah telah terpecahkan serta terkait kepuasan kebutuhan responden.



Gambar 3.1. Alur penelitian

BAB 4

ANALISIS DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil perusahaan

Nama Perusahaan	: Batik Keraton
Merek Dagang	: Batik Keraton Indonesia
Nama pemilik	: Heny Agustina Lusianti
Tahun berdiri	: tahun 2001
Jenis Usaha	: Produksi batik dan penjualan batik
Daerah kerja	: Pekalongan
Alamat / tempat usaha	: Jl. Patimura Km 2 Desa Sijambe, Kec. Wonokerto, Kab. Pekalongan
Telepon	: +62857979825
Hp	: +62858-4226-4246
Email	: batikeraton@yahoo.com
Nomor SIUP	: 004/11.19/PMK/IV/2016
Nomor TDP	: 11.20.5.47.00004
Nomor NPWP	: 75.424.493.7.502.000
Luas area perusahaan	: 630 m ²
Jumlah pekerja	: 12 orang (karyawan tetap maupun dikerjakan di rumah tangga)
Bank	: BCA Wiradesa . no.rek. 2.105.000.400 Bank Mandiri. . no.rek. 1390017207964
Atas nama	: Heny Agustina Lusianti, ST

4.1.2 Data responden

Nama : Mutadin

Usia : 45 tahun

Pendidikan : S2

Posisi : Pemilik Usaha

Lama dalam usaha batik : 21 tahun

Nama : Heny Agustina L

Usia : 42 tahun

Pendidikan : S1

Posisi : Pemilik Usaha

Lama dalam usaha batik : 21 tahun

Nama : Rizqon

Usia : 46 tahun

Pendidikan : SD

Posisi : Bagian pelorotan

Lama dalam usaha batik : 32 tahun

Nama : Topik

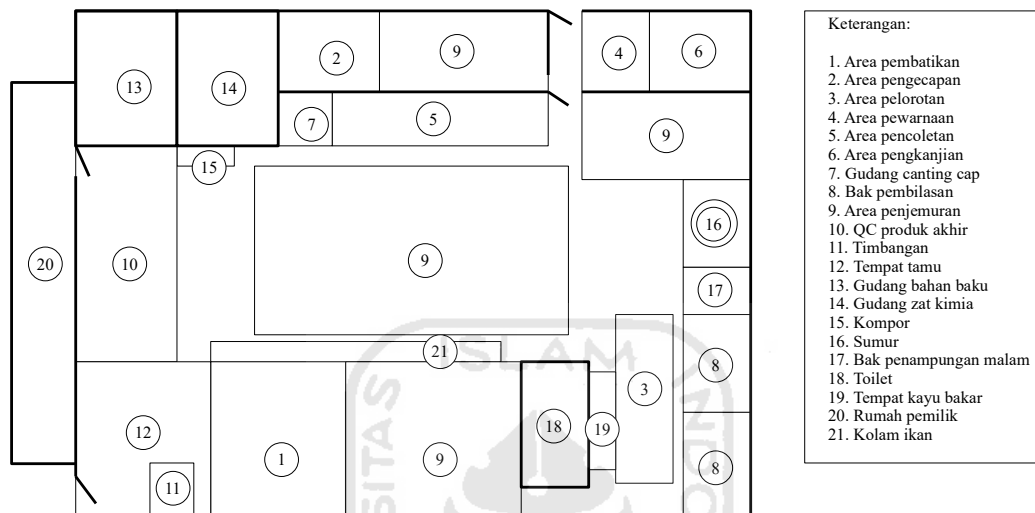
Usia : 38 tahun

Pendidikan : SMP

Posisi : Bagian pelorotan

Lama dalam usaha batik : 8 tahun

4.1.3 Denah dapur produksi



Gambar 4.1: Denah dapur produksi

4.1.4 Proses pelorotan malam batik

Proses pelorotan dilakukan dengan menggunakan air yang dipanaskan. Bak pencucian pertama berisi air dan soda ash (Natrium karbonat/ Na_2CO_3) sedangkan bak kedua berisi air. Fungsi soda ash di bak pertama adalah agar malam dapat terlorot lebih mudah daripada dilorotkan tanpa soda ash. Akan tetapi, di bak pelorotan kedua malam cukup dilorotkan dengan air panas tanpa soda ash.

Malam sisa pelorotan di bak kedua nantinya akan diambil menjadi BBM (Bahan Baku Malam) yang kemudian akan dimasak kembali menjadi malam yang digunakan untuk produksi batik. Sedangkan sisa malam di bak pelorotan pertama dibuang dan tidak bisa diolah kembali karena sudah tercampur soda ash. Soda ash

yang telah tercampur dengan malam di bak pertama akan memberi dampak buruk pada malam yang digunakan untuk produksi batik.

Kondisi proses pelorotan malam batik di IKM Batik Keraton sebagaimana gambar 4.2



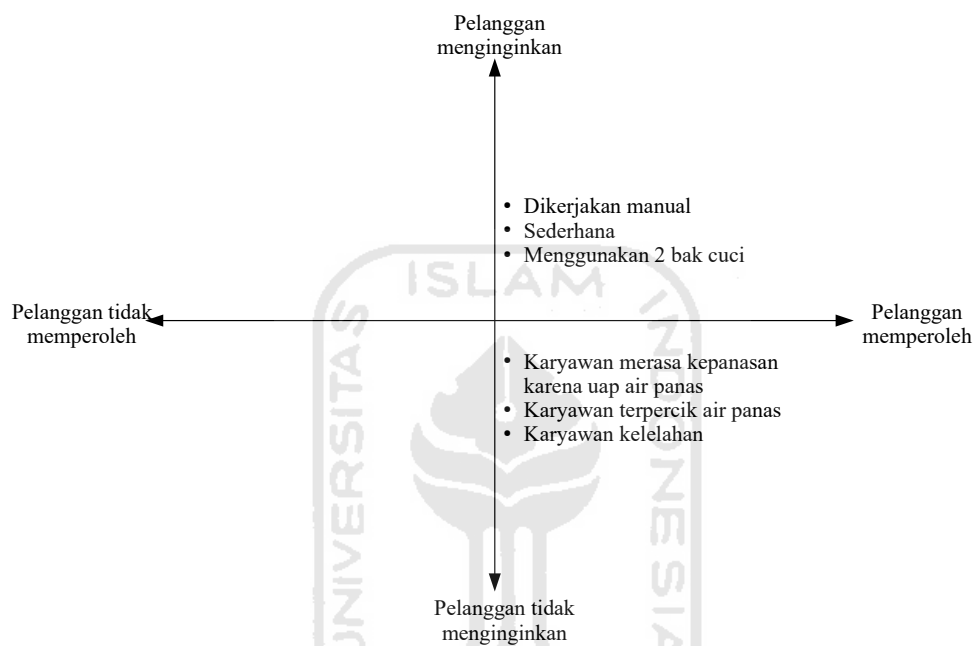
Gambar 4.2: Pelorotan malam di IKM Batik Keraton

4.2 Pengolahan Data

1. *Customer windows*

Gambar 4.3 merupakan *customer windows* menunjukkan bagaimana kebutuhan dan keinginan konsumen. Dalam kebutuhan pelanggan tersebut pelanggan menginginkan alat tetap dikerjakan secara manual, sederhana, dan

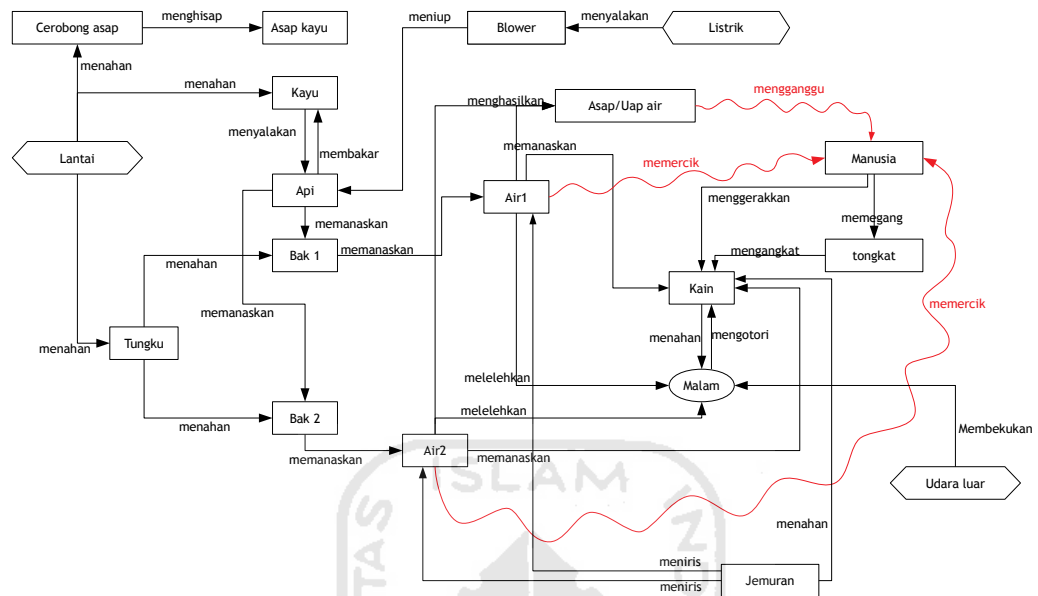
menggunakan dua bak cuci. Sedangkan masalah dan hal yang tidak diinginkan konsumen adalah karyawan merasa kepanasan karena uap air panas, karyawan sering terpercik air panas, dan karyawan merasa kelelahan.



Gambar 4.3: Customer windows alat pelorotan

2. *Function Analysis*

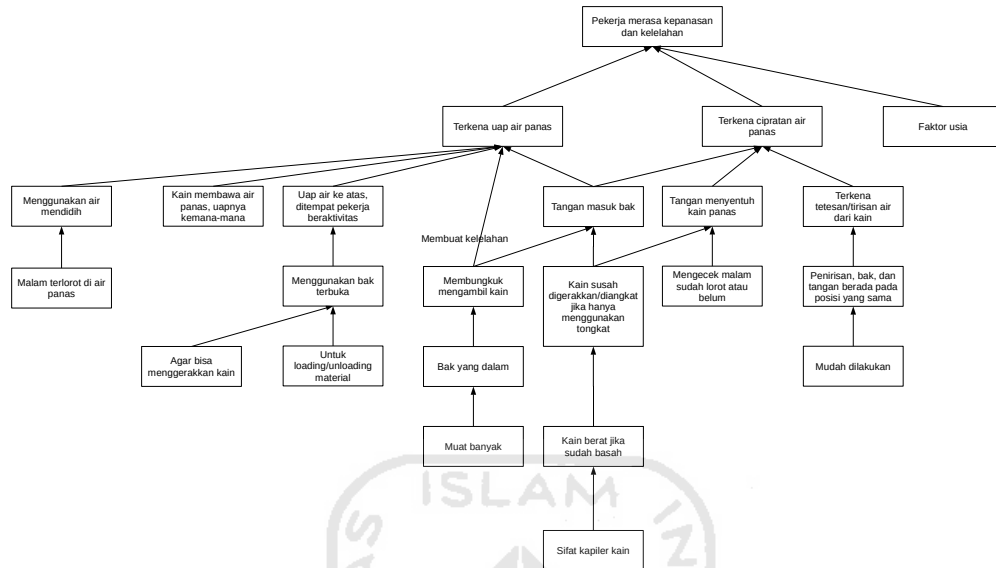
Dengan *function analysis* sebagaimana gambar 4.4, dianalisis tentang komponen apa saja yang ada di dalam sistem, interaksi antar komponen, dan bagaimana bentuk interaksi tersebut. Di gambar 4.4 diperoleh informasi bahwa komponen karyawan memiliki *harmful function* dengan komponen uap air maupun komponen air panas. Akan tetapi karyawan tidak memiliki *useful function* dengan keduanya.



Gambar 4.4. Function analysis

3. Cause and Effect Chain Analysis

Cause and effect chain analysis sebagaimana gambar 4.5 digunakan untuk menggali informasi mengenai penyebab terjadinya masalah di dalam proses pelorotan.



Gambar 4.5: Cause and Effect Chain Analysis

4. Pemecahan masalah

Dengan hasil *customer windows*, atribut tersebut yang menjadi *customer requirement* proses QFD. Sehingga diperoleh Customer Requirement (R) sebagai berikut:

- R1 : Melorot malam
- R2 : Dikerjakan manual
- R3 : Karyawan terhindar dari air panas
- R4 : Karyawan terhindar dari uap panas

Dengan hasil Cause and Effect Chain Analysis (CECA), atribut tersebut yang menjadi Technical Requirement proses QFD. Sehingga Technical Attribute (A) sebagai berikut:

- A1 : Dimensi bak (cm)

- A2 : Volume air (cm)
 A3 : Berat kain (gram)
 A4 : Volume kain (cm)
 A5 : Jarak bak dengan api (cm)
 A6 : Berat kain basah (cm)

Technical requirement		A1	A2	A3
Customer Requirement		menggunakan air panas	jarak dengan air panas	jarak dengan kain
A1	melorot malam	3		
A2	Karyawan terhindar uap panas	3	3	3
A3	Karyawan terhindar air panas	3	3	3
Target		list	cm	cm

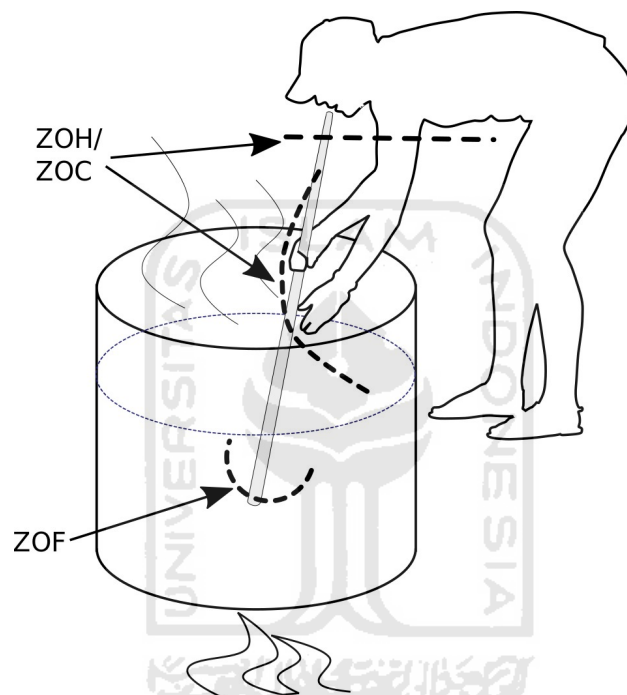
Gambar 4.6: House of Quality awal

Masalah yang harus dipecahkan adalah bagaimana karyawan terhindar dari air panas dan uap panas.

5. Alternatif pemecahan 1

Karyawan menggerakkan untuk mengaduk maupun mengangkat kain di dalam air panas. Kegiatan menggerakkan kain dilakukan menggunakan tongkat kayu dan ketika sudah di atas permukaan air diangkat menggunakan tangan. Ketika karyawan menggerakkan kain menggunakan tongkat maupun mengangkat

kain menggunakan tangan, kondisi “*harmful*” berupa terkena uap panas maupun terpercik air panas terjadi. Sebagaimana gambar 4.7 ZOF (*Zone of Function*) terjadi pada kontak antara tongkat dengan kain di dalam rendaman air panas dan ZOH (*Zone of Harmful*) terjadi di badan yang terkena uap panas dan di tangan yang terkena percikan air panas.

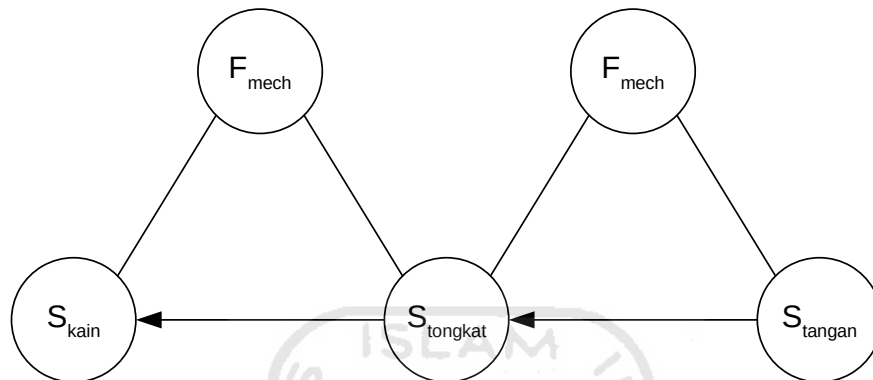


Gambar 4.7: ZOC proses pelorotan

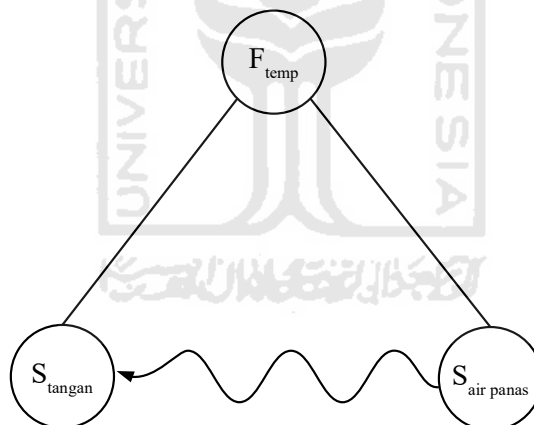
Gambar 4.8 merupakan *chain* su-field model yang menggambar bagaimana mechanical field dari tangan menggerakkan tongkat dan mechanical field dari tongkat menggerakkan kain. Pada saat tongkat menggerakkan kain, kontak antara tongkat dan kain merupakan *Zone of Function* (ZOF).

Pada gambar 4.9 merupakan *harmful* su-field model yang menggambarkan ketika air panas memercik ke tangan karyawan ketika proses pelorotan. Pada

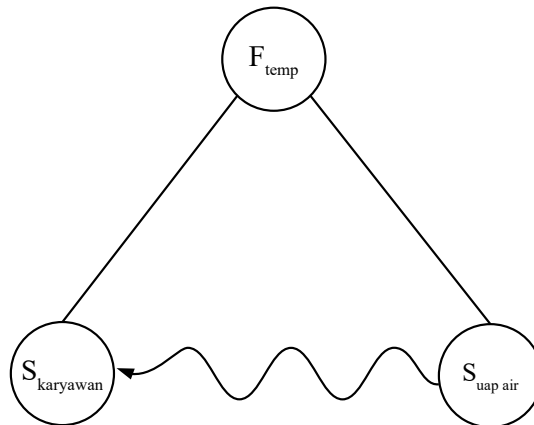
gambar 4.10 juga merupakan *harmful* su-field model yang menggambarkan bagaimana badan karyawan terkena uap panas dari bak cuci.



Gambar 4.8: Chain su-field model prose pelorotan

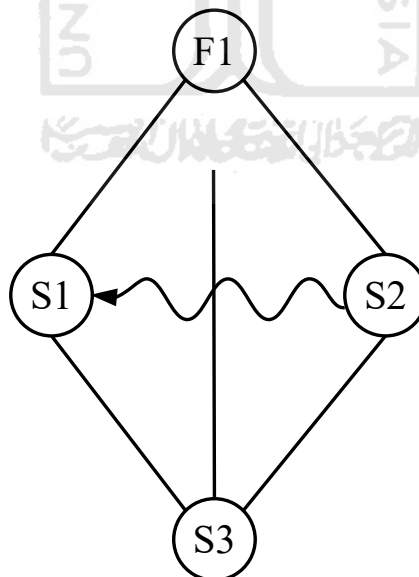


Gambar 4.9: Harmful su-field model percikan air panas

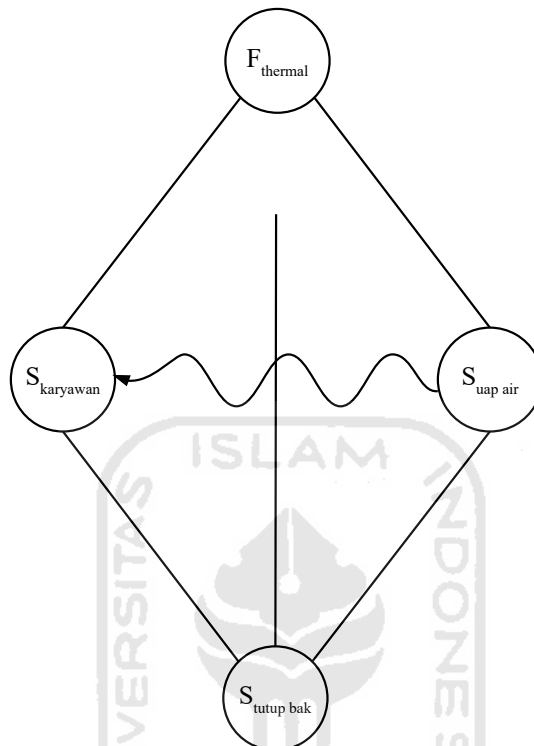


Gambar 4.10: Harmful su-field model
uap panas

Untuk memecahkan masalah *harmful* su-field, baik karena percikan air panas sebagaimana gambar 4.9 maupun karena uap panas sebagaimana 4.10, maka dipergunakan penambahan substance baru sebagaimana model gambar 4.11.

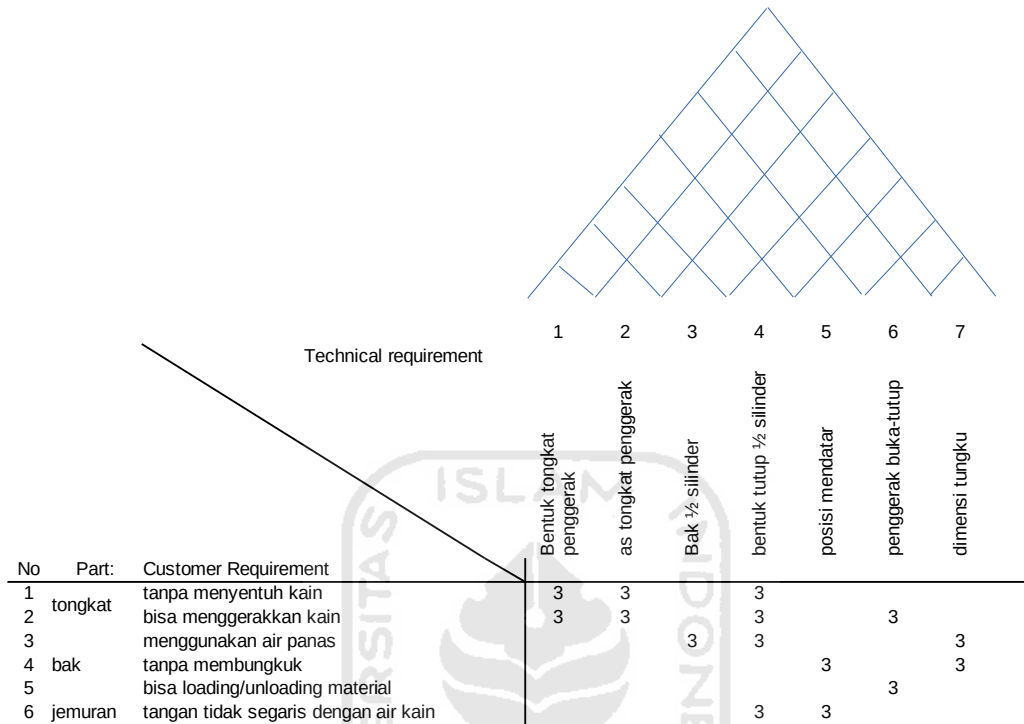


Gambar 4.11: Menambah
substance baru

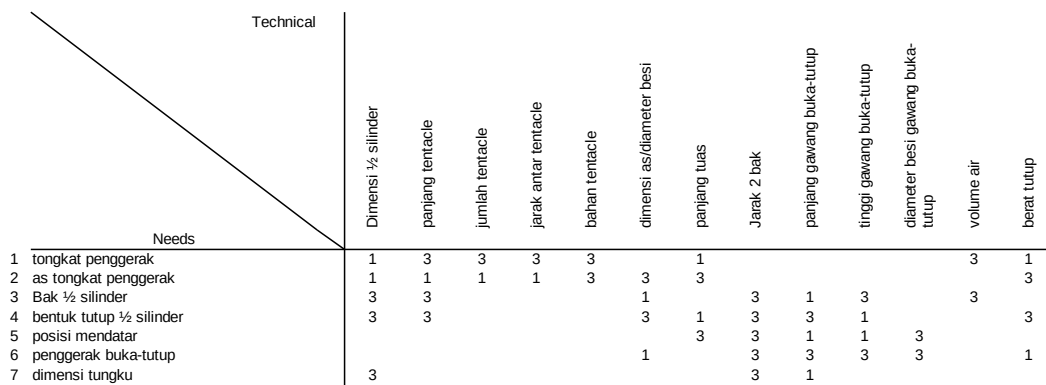


Gambar 4.12: Penambahan substance baru berupa tutup bak

Bentuk dari substance baru ini adalah penambahan tutup bak pelorotan sebagaimana gambar 4.12. Gambar 4.17 merupakan HOQ bagaimana mendesain alternatif desain pertama dengan mempertimbangkan penambahan penutup bak pelorotan.

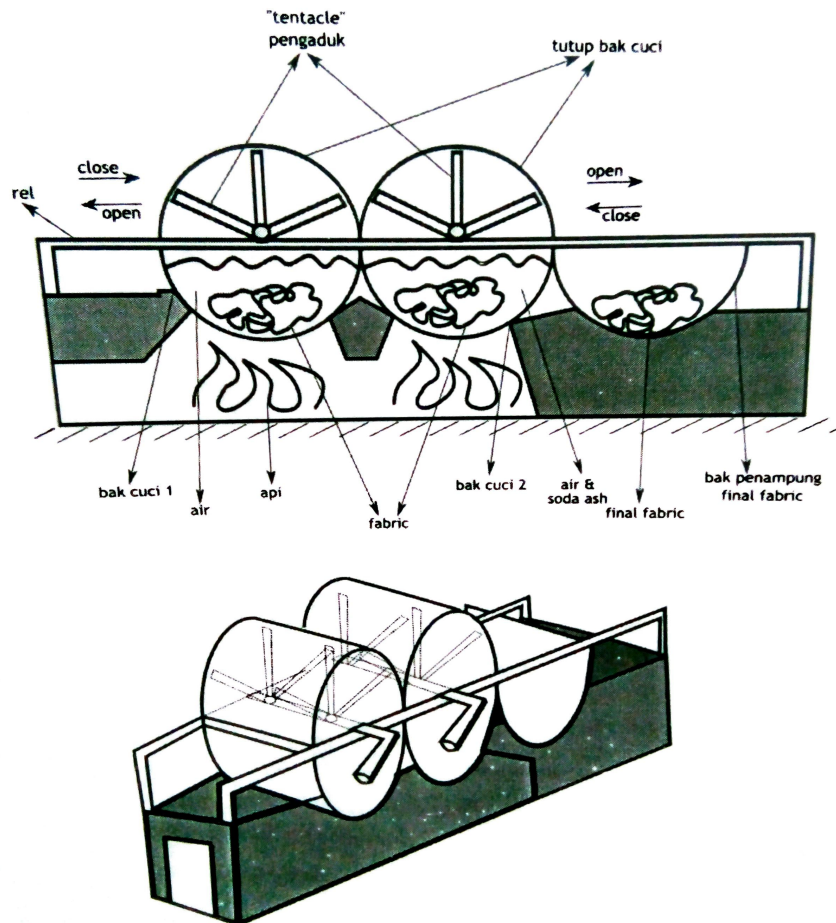


Gambar 4.13: HOQ level 1 untuk alternatif desain 1



Gambar 4.14: HOQ level 2 untuk alternatif desain 1

Karena bak ditutup, maka perlu ada modifikasi pada tongkat agar tetap bisa menggerakkan kain dalam rendaman air panas. Dan perlu adanya modifikasi pada bentuk bak agar bisa memindahkan kain dari bak pertama ke bak kedua tanpa dipegang oleh tangan. Sehingga didesain bentuk alternatif pertama sebagaimana sketsa gambar 4.15 dan peraga pada gambar 4.16.



Gambar 4.15: Konsep desain alternatif 1



Gambar 4.16: Peraga alat pelorotan alternatif 1

Bak pelorotan berupa setengah silinder dengan penutup juga berbentuk setengah silinder. Di bagian tutup terdapat tuas penggerak yang berfungsi untuk mengaduk kain. Perpindahan kain dari bak satu dengan bak berikutnya menggunakan tuas penggerak. Memindahkan kain dilakukan juga dengan menggeser penutup bak.

6. Alternatif pemecahan 2

Masalah di proses pelorotan tersebut mengandung *physical contradiction* yaitu:

1. Jika air menjadi panas maka malam mudah terlorot tetapi uap air mengganggu karyawan.

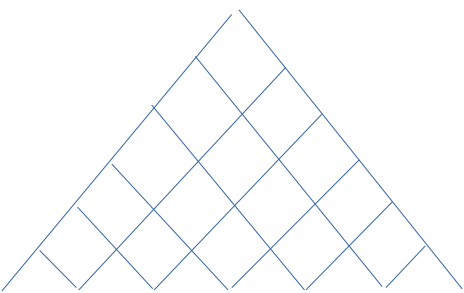
2. Jika air tidak panas maka tidak ada uap air yang mengganggu tetapi malam tidak dapat terlorot.

Physical contradiction yang terjadi adalah separation in space. Untuk memecahkannya, digunakan salah satu dari inventive principles yaitu ***another way around***. Dimana posisi pekerja dan kain saling bertukar tempat, kain yang semula bergerak menjadi objek diam sedangkan pekerja yang semula diam menjadi objek bergerak.

Tabel 4.1: Kontradiksi desain alternatif 2

<i>Improving Parameters</i>	<i>Worsening Parameter</i>	<i>Inventive Principles</i>
Mudah terlorot (<i>lost of substamce</i> (23))	Uap panas (<i>temperature</i> (17))	<i>another way around</i> (13)
Tidak ada uap panas (<i>temperature</i> (17))	Susah melorot (<i>ease of manufacture</i> (32))	

Akan tetapi masalah baru yang muncul yaitu bagaimana mengalirkan air panas ke kain dan bagaimana menguras air sisa pelorotan (*drain*). Gambar 4.17 merupakan HOQ bagaimana mendesain alternatif desain kedua dengan mempertimbangkan *inventive principles another way around*.



Technical requirement

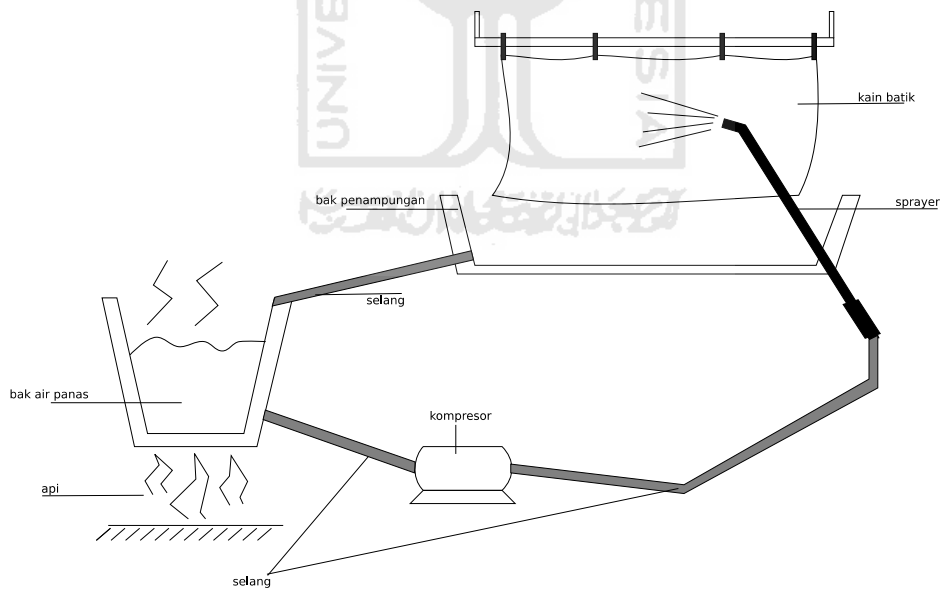
No	Customer Requirement	1	2	3	4	5	6
		Bentuk bak pemanas	mengalirkan air	memancarkan air panas	mengalirkan air kotor	posisi kain	menampung air sisa pelorotan
1	tanpa menyentuh kain panas	1	1	1			1
2	bisa menggerakkan air	3	3	3			3
3	menggunakan air panas	3	3	3			3
4	tanpa membungkuk	1	1	1	3		1
5	bisa loading/unloading material	3					
6	tangan tidak segaris dengan air kain		1	1	1	3	

Gambar 4.17: HOQ level 1 untuk alternatif desain 2

		Technical							
Needs		dimensi bak	volume air	jarak bak dengan api	kecepatan aliran air	kecepatan semprotan air	tinggi gawangan	tinggi selisih gawangan dan bak air	dimensi bak penampung
1	Bentuk bak pemanas	3	3	3				1	1
2	mengalirkan air		1		3	1			
3	memancarkan air panas				3	3	3		
4	mengalirkan air kotor						1	1	3
5	posisi kain				1		3	3	3
6	menampung air sisa pelorotan							3	3
7	dimensi tungku	3	3	3					1

Gambar 4.18: HOQ level 2 untuk alternatif desain 2

Sehingga desain alternatif 2 sebagaimana gambar 4.19.



Gambar 4.19: Desain alternatif 2

Alat ini terdiri atas komponen tungku, bak perebusan air, selang, kompresor, sprayer, jemuran, dan bak penampungan. Bak perebusan berfungsi merebus air untuk melorot malam, selang digunakan untuk mengalirkan air, kompresor digunakan agar aliran air memiliki energi untuk disemprotkan, sprayer untuk menyembrotkan air, jemuran untuk membentang kain batik yang akan dilorot, dan bak penampungan untuk menampung air sisa pelorotan.

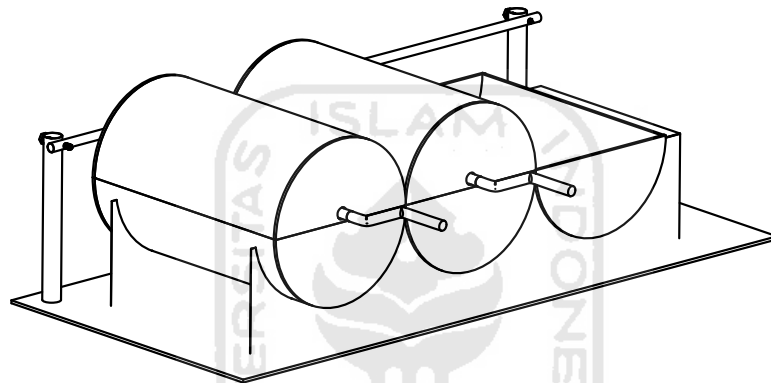
Air dididihkan di dalam bak perebusan. Kompresor dan selang menyedot air panas, yang kemudian disemprotkan oleh sprayer ke permukaan kain. Dengan disemprotkan air panas ke permukaan kain, malam akan terlorot dan jatuh ke bak penampungan bersama dengan air sisa pelorotan. Air yang tertampung dalam bak penampungan dialirkan kembali ke bak perebusan.

7. Pemilihan desain oleh costumer

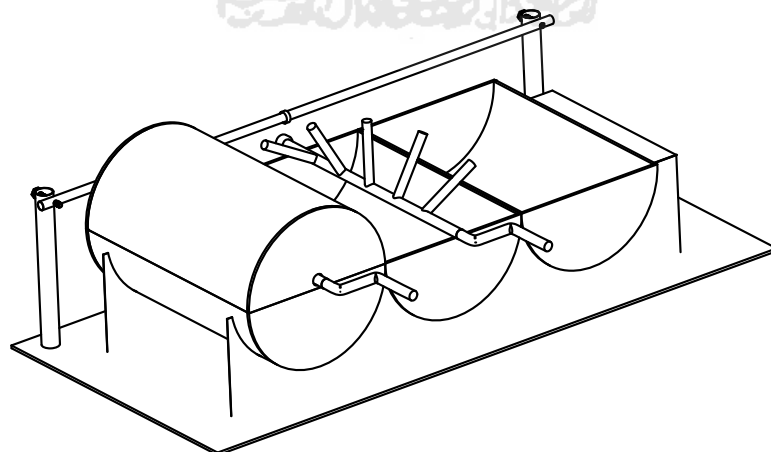
Pemilihan desain dilakukan dengan diskusi dengan pemilik usaha. Dari antara dua alternatif tersebut, pemilik usaha cenderung memilih alternatif pertama. Dengan adanya proses perendaman, diharapkan malam dapat lebih cepat terlorot daripada tanpa proses perendaman.

8. Membangun *prototype*

Dengan alternatif pertama sebagai rancangan produk yang dipilih, maka proses selanjutnya adalah membangun *prototype* alat pelorotan batik terpilih. Desain CAD alat pelorotan sebagaimana gambar 4.20 dan pada gambar 4.21 menunjukkan kondisi bak kedua tanpa tutup sehingga bentuk sistem penggerak terlihat.



Gambar 4.20: CAD rancangan alat



Gambar 4.21: CAD rancangan alat dengan bak kedua tanpa tutup

Pembangunan prototype alat pelorotan sebagaimana gambar 4.22 menggunakan bahan sebagai berikut:

1. Bak pelorotan : ½ drum besi 200 liter
2. rangka tutup : besi beton diameter 10 mm
3. tutup bak pelorotan : kawat kasa aluminium
4. jari-jari penggerak : besi beton diameter 10 mm
5. tuas : besi beton diameter 10 mm
6. tiang penyangga dan rel : besi diameter 1.5 inch
7. tungku : ½ drum besi 200 liter
8. bahan bakar : kayu bakar
9. dimensi kain batik : 2 x 0.9 m, 3 lembar



Gambar 4.22: Prototype alat pelorotan malam



Gambar 4.23: Pengoperasian prototype alat pelorotan malam

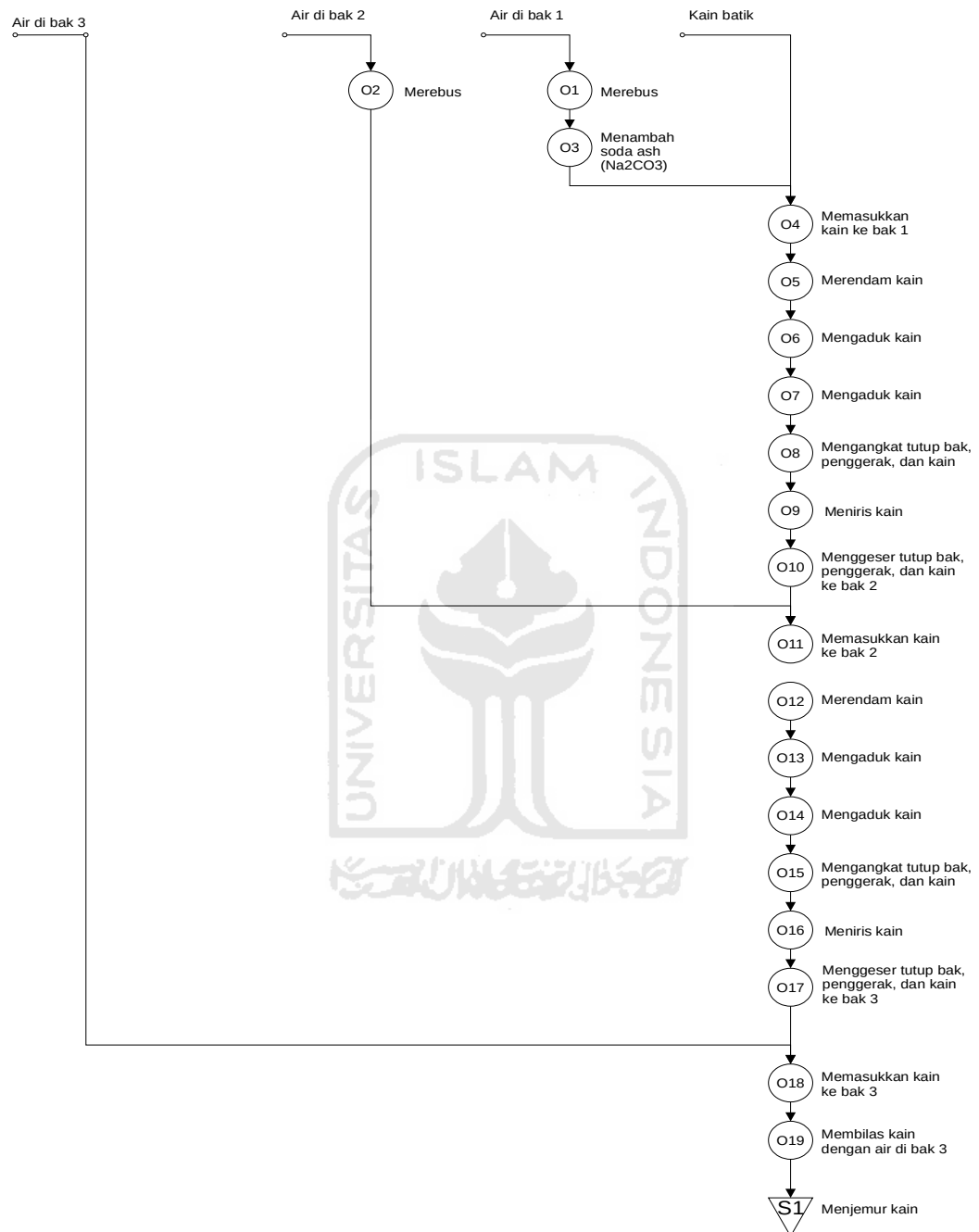
Alat ini terdiri atas tiga bak cuci dimana bak pertama berisi air mendidih bercampur soda ash (Na_2CO_3), bak kedua berisi air mendidih, dan bak ketiga berisi air dingin. Bak pertama dan kedua masing-masing memiliki tutup bak dan penggerak di bagian poros. Fungsi tutup adalah menghalangi kontak langsung antara pengguna dengan air panas maupun dengan kain panas. Penggerak berfungsi sebagai pengaduk kain di dalam rendaman air mendidih, mengangkat kain yang panas, meniris kain dari air panas, serta memindahkan kain dari bak satu ke bak berikutnya. Proses pelorotan malam ini sebagaimana digambarkan pada *Operation Process Chart* gambar 4.24.

Letakkan bak penutup di bak kedua dan ketiga. Kain yang telah dibatik dan diwarnai dimasukkan ke bak pertama. Tutup bak dengan penutup, kain diaduk menggunakan penggerak agar terendam dalam air mendidih dan diamkan beberapa saat. Aduk kain menggunakan penggerak dan sangkutkan kain pada jari-jari penggerak. Tiriskan kain dari air panas dengan cara mengangkat tuas penggerak beserta penutup bak. Geser tuas, penutup bak, serta kain ke bak kedua.

Lepaskan kain dari jari-jari agar kain dapat terendam dalam air panas di bak kedua. Geser dan kembalikan bak penutup pertama ke bak pertama. Gunakan

bak penutup kedua untuk mengaduk kain di bak kedua. Jika malam telah terlorot, sangkutkan kain di jari-jari penggerak. Tiriskan kain dari air panas dengan mengangkat tuas penggerak beserta penutup bak. Pindahkan kain dengan menggeser penutup bak kedua ke bak ketiga yang berisi air dingin. Bilas kain yang telah dilorot menggunakan air dingin bersih di bak ketiga.





Gambar 4.24: Operation process chart desain alat pelorotan alternatif 1



Gambar 4.25: Batik hasil penggunaan alat pelorotan malam

Gambar 4.25 merupakan batik hasil pelorotan menggunakan prototype alat pelorotan malam yang dikembangkan. Malam telah terlorot dan ada beberapa titik bagian yang masih menyisakan malam karena ketebalan malam yang berbeda.

BAB 5

PEMBAHASAN

1. Kebutuhan pelanggan

Sebagaimana *costumer windows* gambar 4.3, terdapat kebutuhan pelanggan dimana pelanggan menginginkannya dan ia telah mendapatkannya. Kebutuhan tersebut adalah sederhana, dikerjakan manual, dan menggunakan dua buah bak pencucian. Oleh karenanya, kebutuhan ini harus dipertahankan. Dalam pemecahan berupa pengembangan alat pelorotan ini kebutuhan yang sudah terpenuhi tersebut menjadi batasan.

Alasan bahwa alat harus sederhana adalah karena perusahaan ini berupa IKM maka alasan *sustainability* menjadi pertimbangan. Kebutuhan terkait dengan *sustainability* ini adalah dirancang dengan bentuk dan bahan sederhana, perawatan yang mudah, jika ada permasalahan pada alat bisa diperbaiki dengan cepat, dan tidak memerlukan alat atau komponen yang membutuhkan biaya mahal. Sehingga alat tidak menjadi beban dalam produksi serta manajerial.

Alat harus dikerjakan manual adalah terkait dengan sifat batik yang diproduksi dengan *handmade*. Alat dimungkinkan dengan mesin dan semi manual agar tidak menghilangkan sifat *handmade* tersebut. Alasan lain terkait dengan pengerjaan manual adalah sifat sederhana tersebut di atas. Dengan alat yang digunakan manual, proses pembuatan dan perawatan dapat dilakukan dengan mudah dan murah.

Bahwa proses pelorotan masih menggunakan dua buah bak pencucian karena keduanya memiliki perbedaan. Satu bak berisi air tercampur dengan soda ash dan bak yang lain berisi air. Malam terlorot tercampur soda ash sudah tidak bisa diolah menjadi BBM (bahan baku malam) sedangkan malam tanpa tercampur soda ash dapat diolah kembali. Proses ini sebenarnya sudah mengadopsi inventive principles TRIZ yaitu segmentation.

2. Alternatif produk pengembangan

Dalam pengembangan produk alat pelorotan, yang pertama dilakukan adalah melihat ulang mengenai permasalahan yang sebenarnya terjadi. Masalah yang dipecahkan dalam penelitian pengembangan produk ini adalah karyawan sering terkena percikan air panas, karyawan terganggu uap air panas, dan kelelahan karyawan.

Dalam pengembangan produk ini, keberadaan air panas sebagai alat melorot malam batik tetap dipertahankan. Penggunaan dua bak pelorotan dimana bak pertama yang berisi air panas dan larutan soda ash serta bak kedua yang berisi air panas bersih juga dipertahankan.

Dari *function analysis* sebagaimana gambar 4.4, *components* yang berkaitan dengan karyawan adalah air panas dan uap air panas. Dan dari Cause and Effect Analysis sebagaimana gambar 4.5, posisi antara karyawan, bak cuci, dan tempat penisiran kain yang berada dalam satu garis vertikal serta proses pengadukan kain yang menggunakan tongkat mengakibatkan air panas dan uap air panas berinteraksi langsung dengan karyawan. Oleh karena itu, posisi kerja ini yang diubah di dalam proses pengembangan produk agar uap air dan air panas tidak berinteraksi langsung dan negatif terhadap karyawan.

3. Alternatif 1

Pengembangan produk alternatif 1 dilakukan dengan su-field analysis. Sebagaimana gambar gambar 4.7, *zone of harmful* dan *zone of conflict* terjadi di atas permukaan air panas, yaitu bertemunya uap panas dan percikan air panas dengan tubuh karyawan. Kasus tersebut kemudian dapat dimodelkan pada gambar 4.9 dan gambar 4.10 berupa *harmful* su-field. Untuk memecahkan harmful su-

field baik karena uap air panas maupun percikan air panas, maka diperkenalkan substance baru sebagaimana dimodelkan gambar 4.11 dan gambar 4.12. Substance baru tersebut adalah tutup bak pelorotan.

Akan tetapi, dengan adanya tutup bak pelorotan, maka harus ada mekanisme yang dapat menggerakkan kain di dalam bak dan memindahkan kain dari bak pelorotan satu ke bak pelorotan berikutnya. Sehingga didesain alat penggerak sebagaimana gambar lampiran 1.

4. Alternatif 2

Untuk pemecahan masalah dan pengembangan produk alternatif kedua, digunakan kontradiksi TRIZ. *Physical contradiction* yang terjadi di sistem tersebut adalah “air harus panas agar mudah melorot malam, dan air tidak harus panas agar aman bagi karyawan”. *Physical contradiction* yang terjadi adalah *separation in space* dengan alternatif *inventive principles* yang dapat digunakan adalah *another way around*. Dimana posisi karyawan dan kain saling bertukar tempat. Kain yang semula menjadi komponen yang bergerak berubah menjadi komponen yang diam. Sedangkan komponen yang bergerak adalah karyawan dan air panas.

5. Hasil akhir

Setelah dilakukan diskusi dengan pemilik usaha, alternatif pertama menjadi pilihan pengembangan produk dan selanjutnya dilakukan membangun prototype dengan hasil akhir sebagaimana gambar 4.22. Setelah dilakukan bangun prototype alat sebagaimana alternatif pertama dan diuji coba, diketahui beberapa kelebihan dan kekurangan yang muncul. Kelebihan dari alat tersebut adalah:

1. Minimalnya kontak antara pengguna dengan uap air panas hasil perebusan.
2. Minimalnya kontak antara pengguna dengan percikan air panas.

3. *Prototype* telah bisa digunakan untuk melorot malam batik sebagaimana gambar 4.25.

Dengan demikian, masalah yang dihadapi sebelum pengembangan produk telah terpecahkan. Akan tetapi muncul beberapa masalah baru yang masih memerlukan perbaikan atas alat tersebut. Masalah-masalah dan kekurangan tersebut adalah:

1. Volume air yang digunakan untuk melorot lebih sedikit daripada produk *existing*.
2. Kain yang menyangkut pada mekanisme penggerak sehingga susah untuk terlepas dan diletakkan pada bak selanjutnya.
3. Perlu perbaikan pada tutup bak, baik dari sisi bahan maupun mekanisme perpindahan tutup bak, sehingga dapat dipindahkan dengan ringan.

Sedangkan kekurangan *prototype* yang diuji coba sebagaimana gambar 4.23 adalah:

1. Proses pelorotan hanya dilakukan untuk per satu lembar kain.
2. Ukuran tungku yang terlalu rendah sehingga mengharuskan penggunaan dalam posisi menunduk.
3. Tidak adanya cerobong asap sebagaimana yang ada di IKM batik keraton . Asap yang keluar dari dalam tungku mengganggu penggunaan.
4. Alat yang digunakan sebagai mekanisme penggerak memiliki ukuran diameter yang terlalu kecil sehingga ketika digunakan untuk menggerakkan dan memindahkan menjadi melengkung.
5. Sistem penggerak perpindahan tutup yang kurang stabil sehingga kurang efektifnya pekerjaan.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Perancangan alat pelorotan malam batik menggunakan TRIZ dapat dilakukan dengan:

1. Analisis sumber masalah yang terjadi menggunakan *Function Analysis* dan *Cause and Effect Analysis*.
2. Pemecahan masalah percikan air panas dan uap panas dengan desain alat menggunakan analisis *physical contradiction* atau *su-field analysis*.
3. Pembangunan prototype dilakukan pada desain hasil analisis su-field, yaitu memberikan penutup bak dan mekanisme penggerak.

6.2 Saran

1. Penelitian ini sebagai salah satu alternatif solusi masalah yang terjadi dalam proses produksi batik.
2. Masih perlunya perbaikan atas desain yang dikembangkan di dalam penelitian ini.
3. Desain pengembangan perlu penelitian lebih lanjut khususnya dari sisi dimensi ideal, ergonomi, dan ekonomi.
4. Masih perlunya aktivitas penelitian di sektor UMKM khususnya industri batik. Khusus industri batik, penelitian di proses pewarnaan dan pelorotan malam batik masih perlu dilakukan di samping proses pembatikan.
5. TRIZ sebagai metode pemecahan masalah bisa dimanfaatkan untuk memecahkan masalah yang terjadi di aktivitas industri UMKM.

DAFTAR PUSTAKA

- Abramov, O., Kogan, S., Mitnik-Gankin, L., Sigalovsky, I., & Smirnov, A. (2015). TRIZ-based approach for accelerating innovation in chemical engineering. *Chemical Engineering Research and Design*, *103*, 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2015.06.012>
- Albers, A., Wagner, D., Kern, L., & Höfler, T. (2014). Adaption of the TRIZ method to the development of electric energy storage systems. *Procedia CIRP*, *21*, 509–514. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.060>
- Altshuller, G. (1996). *And Suddenly the Inventor Appeared: TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving*. Technical Innovation Center, Inc.
- Ameknassi, L., Ait-Kadi, D., & Keivanpour, S. (2016). Incorporating Design for Environment into Product Development Process: An Integrated Approach. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(12), 1460–1465. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.777>
- Borshalina, T. (2015). Marketing Strategy and the Development of Batik Trusmi in the Regency of Cirebon which Used Natural Coloring Matters. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *169*(August 2014), 217–226. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.305>
- Cascini, G., Becattini, N., Kaikov, I., Kozirolek, S., Kucharavy, D., Nikulin, C., Petrali, P., Slupinsky, M., Rabie, M., Balachandar, R., Ruggeri, L., & Vanherck, K. (2015). FORMAT - Building an original methodology for Technology Forecasting through researchers exchanges between industry and academia. *Procedia Engineering*, *131*, 1084–1093. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.426>
- Chechurin, L. (2016a). TRIZ in Science. Reviewing Indexed Publications. *Procedia CIRP*, *39*, 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.182>
- Chechurin, L. (2016b). TRIZ in Science. Reviewing Indexed Publications. *Procedia CIRP*, *39*, 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.182>

- Chechurin, L., & Borgianni, Y. (2016a). Understanding TRIZ through the review of top cited publications. In *Computers in Industry* (Vol. 82, pp. 119–134). <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.06.002>
- Chechurin, L., & Borgianni, Y. (2016b). Understanding TRIZ through the review of top cited publications. *Computers in Industry*, 82, 119–134. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.06.002>
- Chinkatham, T., & Cavallucci, D. (2015). Early feasibility evaluation of solution concepts in an inventive design method framework: Approach and support tool. *Computers in Industry*, 67, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.11.004>
- Davide, R., & Duci, S. (2015). How to Exploit Standard Solutions in Problem Definition. *Procedia Engineering*, 131, 951–962. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.407>
- Davide, R., & Marco, S. (2015). Anticipating the Identification of Contradictions in Eco-design Problems. *Procedia Engineering*, 131, 1011–1020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.419>
- de Jesus Pacheco, D. A., ten Caten, C. S., Jung, C. F., Navas, H. V. G., Cruz-Machado, V. A., Tonetto, L. M., Augusto, D., Pacheco, D. J., Schwengber, C., Fernando, C., Victorovna, H., & Navas, G. (2019). State of the art on the role of the Theory of Inventive Problem Solving in Sustainable Product-Service Systems: Past, Present, and Future. *Journal of Cleaner Production*, 212, 489–504. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.289>
- Ekmekci, I., & Koksall, M. (2015). Triz Methodology and an Application Example for Product Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 2689–2698. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.481>
- Fey, V., & Rivin, E. (2005). *Innovation on Demand*. Cambridge University Press.
- Gadd, K. (2012). *TRIZ for engineers, Enabling inventive problem solving*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Gaspersz, V. (2001). *Total Quality Management*. PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Guin, A. ., Kudryavtsev, A. ., Boubentsov, V. Y., & Seredinsky, A. (2016). *Theory of Inventive Problem Solving*. Firstfruits Sdn Bhd.
- Hede, S., Ferreira, P. V., Lopes, M. N., & Rocha, L. A. (2015). TRIZ and the Paradigms of Social Sustainability in Product Development Endeavors. *Procedia Engineering*, 131, 522–538.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.447>
- Indonesia, S. K. R. (n.d.). *Teknik Membuat Batik Tradisional dan Batik Modern*. Direktorat Pembinaan Departemen Perindustrian.
- Kim, S., & Yoon, B. (2012). *Developing a process of concept generation for new product-service system: a QFD dan TRIZ-based approach*. Springer-Verlag.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (pp. 1–44).
<https://doi.org/10.1145/1134285.1134500>
- Li, M., Ming, X., Zheng, M., Xu, Z., & He, L. (2013). A framework of product innovative design process based on TRIZ and Patent Circumvention. *Journal of Engineering Design*, 24 No. 12, 830–848.
<https://doi.org/10.1080/09544828.2013.856388>
- Liu, W., Tan, R., Cao, G., Zhang, Z., Huang, S., & Liu, L. (2019). A proposed radicality evaluation method for design ideas at conceptual design stage. *Computers and Industrial Engineering*, 132(April), 141–152.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.027>
- Livotov, P. (2008). TRIZ and Innovation Management. *Innovator*, 1–30.
- Livotov, P., Chandra Sekaran, A. P., Mas'udah, Law, R., Reay, D., Sarsenova, A., & Sayyareh, S. (2019). Eco-innovation in process engineering: Contradictions, inventive principles and methods. *Thermal Science and Engineering Progress*, 9, 52–65. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.10.012>
- Lopez, R., Belaud, J.-P., Lann, J. Le, Negny, S., Flores, R. L., Belaud, J.-P., Lann, J. Le, & Negny, S. (2015). Using the Collective Intelligence for inventive problem solving: A contribution for Open Computer Aided Innovation.

- Expert Systems with Applications*, 42(23), 9340–9352.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.08.024>
- Maia, L. C., Alves, A. C., Leão, C. P., Costa, L., Carvalho, A., & Pinto, C. (2015). How could the TRIZ tool help continuous improvement efforts of the companies? *Procedia Engineering*, 131, 343–351.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.412>
- Meutia, & Ismail, T. (2012). The Development of Entrepreneurial Social Competence and Business Network to Improve Competitive Advantage and Business Performance of Small Medium Sized Enterprises: A Case Study of Batik Industry in Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(ICIBSoS), 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.089>
- Novani, S., Putro, U. S., & Hermawan, P. (2014). An Application of Soft System Methodology in Batik Industrial Cluster Solo by Using Service System Science Perspective. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 115(Icibes 2013), 324–331. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.439>
- Orloff, M. A. (2006). *Inventive thinking through TRIZ: a practical guide*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1016/S0261-3069\(03\)00167-5](https://doi.org/10.1016/S0261-3069(03)00167-5)
- Pacheco, D. A. D. J., Ten Caten, C. S., Navas, H. V. G., Jung, C. F., & Cruz-Machado, V. (2016). Systematic Eco-innovation in PSS: State of the Art and Directions. *Procedia CIRP*, 47, 168–173.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.117>
- Pacheco, D. A. D. J., Ten Caten, C. S., Navas, H. V. G., Jung, C. F., Cruz-Machado, V., de J. Pacheco, D. A., Ten Caten, C. S., Navas, H. V. G., Jung, C. F., & Cruz-Machado, V. (2016). Systematic Eco-innovation in PSS: State of the Art and Directions. *Procedia CIRP*, 47, 168–173.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.117>
- Rainey, D. L. (2008). *Product innovation: Leading change through integrated product development*. Cambridge University Press.
- Riel, A., Tichkiewitch, S., & Paris, H. (2015). Preparing Researchers for Entrepreneurship Based on Systematic Innovation Training. *Procedia*

- Engineering*, 131, 933–940.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.405>
- Russo, D., Schöfer, M., & Bersano, G. (2015). Supporting ECO-innovation in SMEs by TRIZ Eco-guidelines. *Procedia Engineering*, 131, 831–839.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.388>
- Sarwoko, & Darmanto, S. (2016). Pelorotan Lilin dan Pengotor Lain Kain Batik dengan Perebusan di Ketel. *Prosiding Seminar Nasional XI "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi"*, 1, 258–261.
- Savransky, S. D. (2001). *Engineering of Creativity (Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving)*. CRC Press.
- Setyanto, A. R., Samodra, B. R., & Pratama, Y. P. (2015). Kajian Strategi Pemberdayaan UMKM Dalam Menghadapi Perdagangan Bebas Kawasan Asean (Studi Kasus Kampung Batik Laweyan). *Etikonomi*, 14(April), 205–220. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15408/etk.v14i2.2271>
- Spreafico, C., & Russo, D. (2016). TRIZ Industrial Case Studies: A Critical Survey. *Procedia CIRP*, 39, 51–56.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.165>
- Sudantoko, D. (2011). Strategi Pemberdayaan Usaha Skala Kecil Batik Di Pekalongan. *Eksplanasi*, 6(1), 29–45.
- Sulistyo, H., & Siyamtinah. (2016). Innovation capability of SMEs through entrepreneurship, marketing capability, relational capital and empowerment. *Asia Pacific Management Review*, 21(4), 196–203.
<https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2016.02.002>
- Trela, M., Gazo, C., Omhover, J. F., & Aoussat, A. (2015). Assessment of TRIZ potential on companies Innovation Capacity, Illustration with the Hybrid Boiler designed at Bosch Thermotechnology. *Procedia Engineering*, 131, 303–311. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.393>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2001). *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Salemba Teknika.

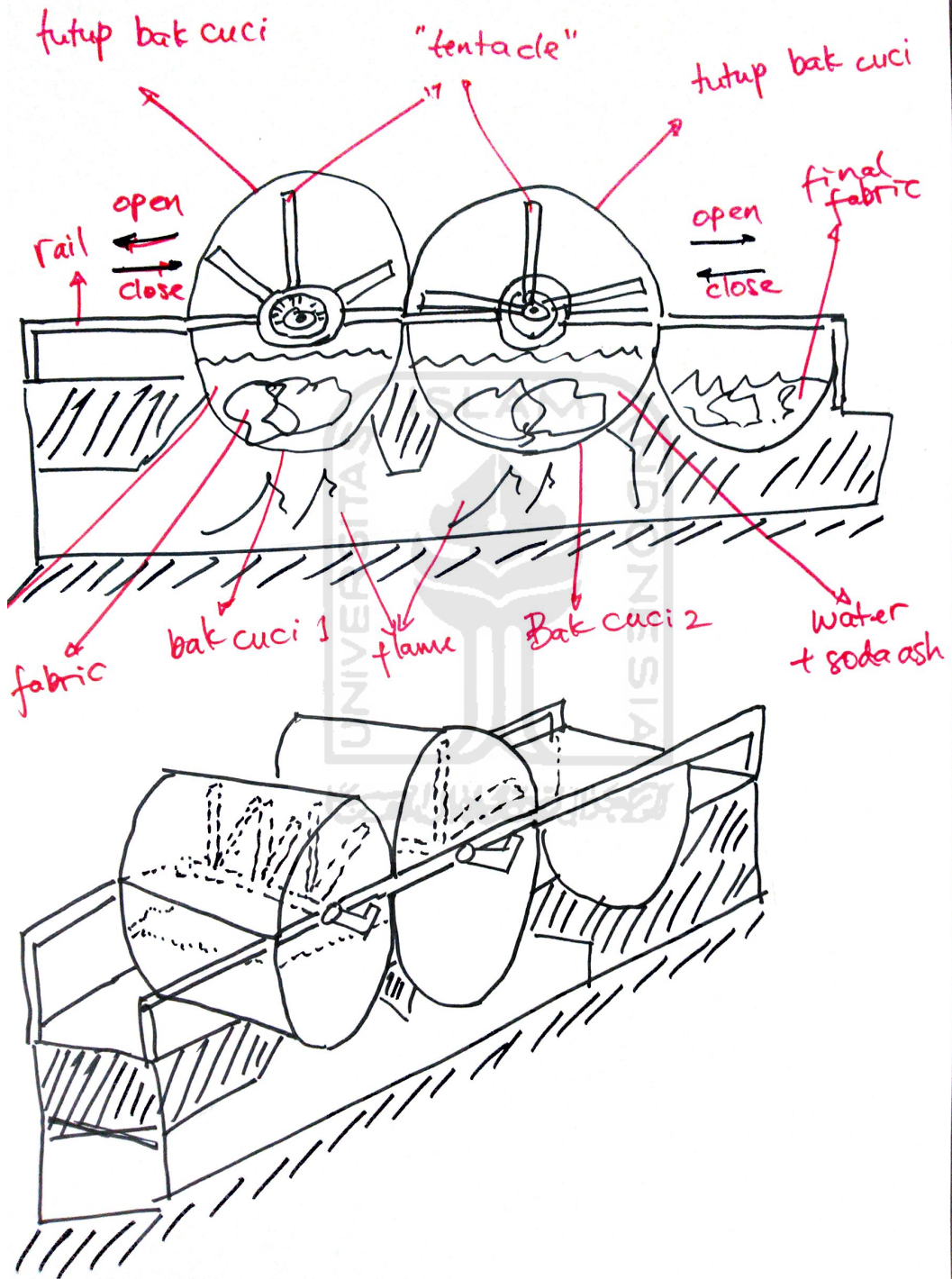
- Vidal, R., Salmeron, J. L., Mena, A., & Chulvi, V. (2015). Fuzzy Cognitive Map-based selection of TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) trends for eco-innovation of ceramic industry products. *Journal of Cleaner Production*, *107*, 202–214. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.131>
- Yeoh, T. S. (2016). *TRIZ - Systematic Innovation in Manufacturing* (First edit). Firstfruits Sdn Bhd.
- Zhou, Y., & Zhao, L. (2016). Impact analysis of the implementation of cleaner production for achieving the low-carbon transition for SMEs in the Inner Mongolian coal industry. *Journal of Cleaner Production*, *127*, 418–424. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.015>



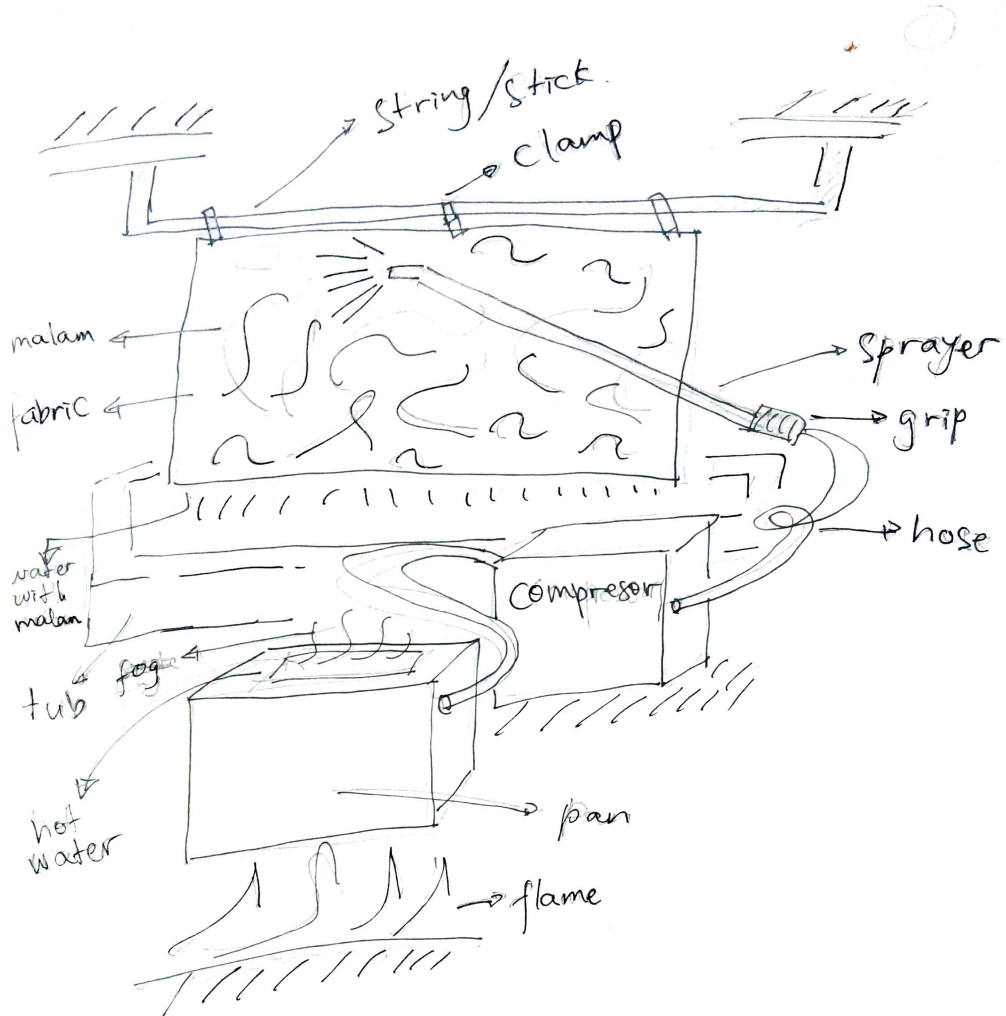
LAMPIRAN



Lampiran 1. Sketsa perancangan alternatif 1



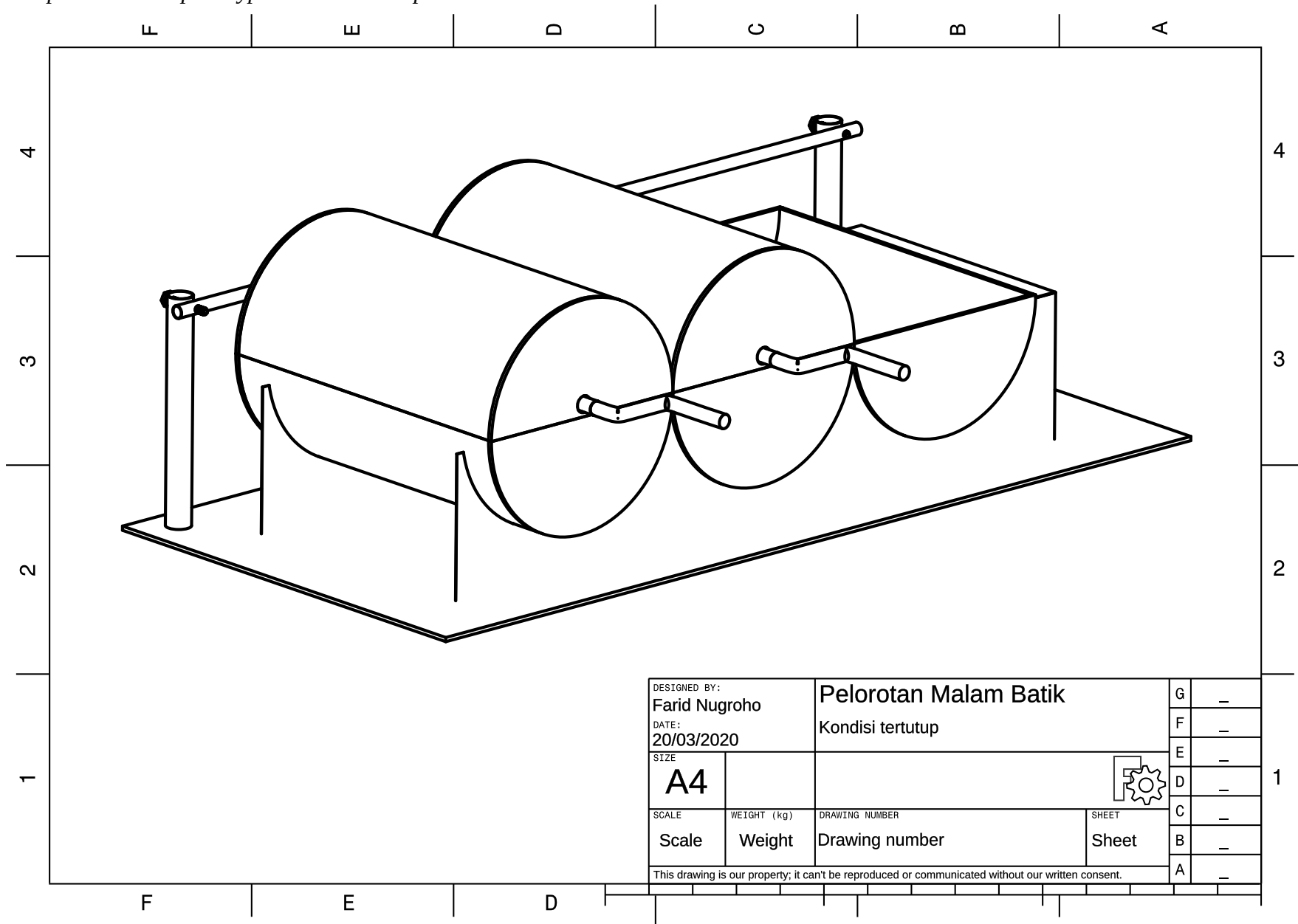
Lampiran 2. Sketsa perancangan alternatif 2



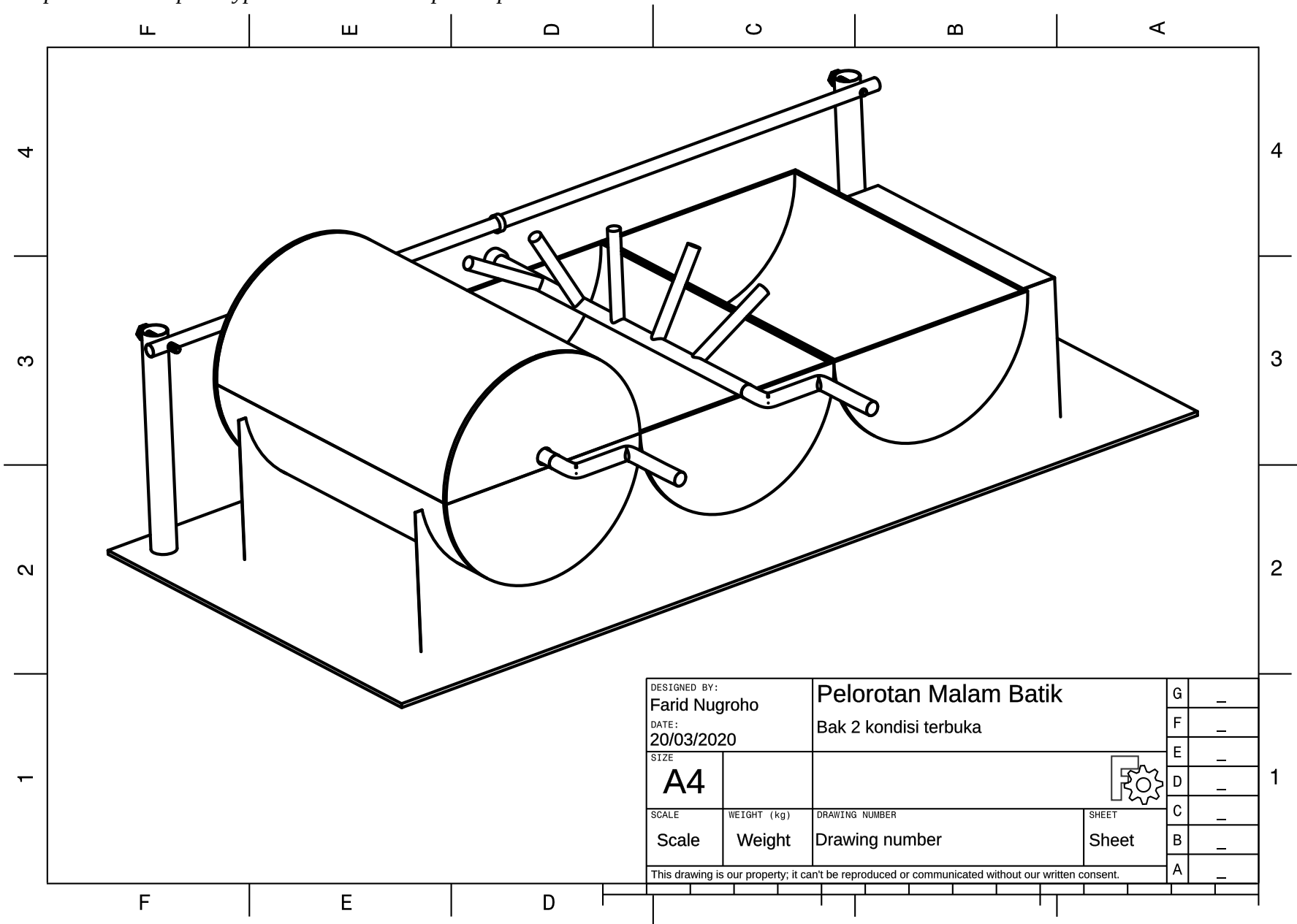
- * physical contradiction
 - ↳ separation in space
 - ↳ ip: the other way around
 - ↳ How to move water?
 - ↳ su field
 - * mechanical field


113 #the other way around.

Lampiran 3. CAD prototype kondisi tertutup



Lampiran 4. CAD prototype kondisi bak 2 tanpa tutup



DESIGNED BY: Farid Nugroho		Pelorotan Malam Batik		G	-
DATE: 20/03/2020		Bak 2 kondisi terbuka		F	-
SIZE A4				E	-
SCALE	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER	SHEET	D	-
Scale	Weight	Drawing number	Sheet	C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written consent.				B	-
				A	-