

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Pada bagian bab ini akan dijelaskan hasil kajian pustaka yang terdiri dari kajian induktif dan deduktif. Kajian induktif merupakan kajian yang bersumber dari paper, artikel dan sejenisnya tentang penjelasan dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, dengan topik atau tema yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Bertujuan untuk sebuah acuan dalam pengembangan dan perbaikan dari sebuah produk yang sudah dibuat sebelumnya. Sedangkan kajian deduktif merupakan kajian yang berisi tentang dasar keilmuan dari buku atau artikel lainnya yang menjadi landasan teori terkait dengan ilmu-ilmu yang mendukung dalam penelitian yang akan dilakukan. Selain itu juga dijelaskan *state of the art* penelitian dan perbedaannya dengan penelitian-penelitian sebelumnya.

2.1. Kajian Induktif

2.1.1. Perancangan Mesin Peniris Minyak

Penelitian yang dilakukan oleh Istiqlaliyah (2015) yang membahas tentang perancangan mesin peniris minyak pada keripik nangka dengan kapasitas 2,5 kg/menit. Masalah yang terjadi berupa keripik nangka tidak bisa tahan lama dan mudah bau karena kadar minyak yang terkandung pada keripik nangka tinggi diakibatkan tebalnya keripik nangka yang ditiriskan secara bersamaan. Kemudian untuk penirisan yang maksimal dibutuhkan waktu yang lama. Sehingga rumusan masalahnya berupa bagaimana merencanakan mesin peniris minyak pada keripik nangka dengan kapasitas 2,5 kg/menit. Dengan tujuan untuk

menghasilkan perencanaan mesin peniris minyak pada keripik nangka dengan kapasitas 2,5 kg/menit, untuk memaksimalkan penirisan sehingga tidak memakan waktu yang lama dan keripik nangka bisa lebih awet. Hasil dari perencanaan mesin peniris minyak menggunakan motor listrik 0,25 HP, puling yang digunakan berdiameter 60 mm dan 280 mm, dengan pemakaian sabuk V tipe A dengan panjang 1575 mm, poros yang digunakan berdiameter 20 mm dengan bahan besi baja St 37.

Penelitian yang dilakukan oleh Prasetio dan Ibik (2015) tentang rancang bangun keripik mangga podang kapasitas 10 kg per proses di bagian mesin peniris. Permasalahan yang terjadi pada keripik mangga podang yang mempunyai khasiat menjaga pencernaan dan kolestrol dalam kondisi normal, untuk menjaga khasiat tersebut tentunya dalam hasil pengolahannya tidak mengandung minyak. Tujuan dalam penelitian yang dilakukan oleh Prasetio dan Ibik adalah merancang bangun mesin keripik mangga podang kapasitas 10 kg per proses di bagian mesin peniris untuk menghilangkan kadar minyak yang terdapat pada keripik mangga podang. Hasil yang didapat adalah dalam rancangan bangun mesin peniris menggunakan bahan *stainless teel* dengan detal 1 mm, kemudian menggunakan sabuk penggerak V-belt dengan tipe A No.34, dan mesin yang digunakan berupa motor listrik dengan putaran 1344 rpm, dengan daya 0.1865 Kw.

Penelitian yang dilakukan oleh Sugandi *et al.*, (2018) mengenai analisis teknik dan uji kinerja mesin peniris minyak (*spinneri*). Permasalahan berupa cara penirisan manual yang kurang efisien dan kurang efektif dan mesin peniris minyak dibutuhkan bagi pengrajin kerupuk karena sangat membantu untuk penirisan minyak yang masih tersisa setelah penggorengan. Tujuan dari penelitian yang dilakukan berupa melakukakn uji kinerja mesin peniris minyak yang meliputi kapasitas actual, efisiensi mesin, kebutuhan daya, energi spesifik, indeks performasi, getaran mesin dan pengaruh kecepatan putaran terhadap hasil. Didapat hasil dari penelitian tersebut berupa hasil uji kinerja mesin menunjukkan bahwa sensasi rasa kerupuk terbaik diperoleh pada kecepatan putaran motor 650 RPM dengan kapasitas actual 3,6 kg/jam pada daya 120 Watt, energi spesifik penirisan 120 kJ/kg. Rendemen penirisan 97,376 %, efisiensi mesin 65,60 %, indeks performansi mesin 0,95, dan tingkat kebisingan 86,86 dBA dengan Frekuensi getaran 21,44 mm/s (berbahaya).

Penelitian yang dilakukan oleh Felayati *et al.*, (2016) mengenai uji performansi mesin “*spinner pulling oil*” sebagai pengentas minyak otomatis dalam peningkatan produktifitas abon ikan patin. Permasalahan berupa mutu dari abon ikan yang di produksi masih memiliki kadar minyak yang tinggi dan menyebabkan produk abon ikan buatan Koperasi Wanita Srikandi menjadi cepat tengik dan tidak tahan lama. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui kinerja alat *spinner pulling oil* atau mesin peniris minyak dengan melakukan uji performansi alat dengan melakukan pengujian secara keseluruhan dengan melakukan pengentasan. Pengujian dilakukan pada sampel abon ikan dengan dengan lama waktu pengentasan yang berbeda yaitu 0,2,4,6,8 dan 10 menit. Hasil yang diperoleh berupa kadar lemak yang terkandung dalam abon ikan akan berpengaruh pada lamanya waktu pengentasan. Pada pengujian didapat waktu optimal pengentasan yaitu pada menit ke 6 dengan kadar lemak 25,49% dengan energi yang dibutuhkan sebesar 0,0519 KWh. Pada analisis alat *spinner pulling oil* massa abon yang masuk sebesar 3335 gram dan masa abon yang keluar sebesar 1794,25 gram. Terdapat perubahan massa, massa yang keluar merupakan kadar minyak abon sebesar 1540,75 gram.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sari *et al.*, (2013) yang membahas tentang perancangan mesin peniris minyak untuk peningkatan kualitas produk pada sentra industri keripik tempe sanan Malang. Masalah yang terjadi di UD. Bawang Jaya Makmur ini tidak memiliki alat peniris minyak yang efisien, alat peniris minyak yang digunakan berupa saringan, rege dan diberi alas koran untuk meresap minyak goreng. Dengan menggunakan alat seperti itu akan menyebabkan banyaknya waktu yang terbuang untuk menunggu tertirisnya minyak pada tempe, selain waktu juga akan banyak memakan tempat. Tujuan dilakukan penelitian untuk memperbaiki prosedur kerja agar menjadi lebih baik, untuk mencapai tujuan yang diinginkan dengan fasilitas kerja yang ergonomi untuk meningkatkan produktifitas. Hasil yang diperoleh berupa alat yang dihasilkan untuk mempercepat kerja dari kondisi awal sebelum perancangan alat, hasil *output* proses penirisan minyak meningkat menjadi 2 kali, dan tenaga kerja yang digunakan pada proses penirisan minyak lebih optimal.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Afrinaldi (2017) mengenai pembuatan mesin peniris minyak goreng pada keripik singkong ini memiliki permasalahan pada

pembuatan keripik singkong produk yang dihasilkan masih banyak menyisakan kadar minyak. Disebabkan karena penirisan yang dilakukan masih secara manual dan makanan yang masih banyak mengandung minyak kurang baik bagi kesehatan. Maka dari permasalahan tersebut, dilakukan pembuatan alat peniris minyak untuk produk keripik singkong yang berkapasitas 1,5 kg dengan daya listrik yang rendah. Hasil atau spesifikasi dari pembuatan mesin peniris minyak untuk produk singkong memiliki tinggi 890 mm, panjang 730 mm, dan lebar 450 mm. Kemudian tabung peniris minyak 320 mm, tinggi 350 mm dan diameter tabung penampung minyak 400 mm dengan tinggi 390 mm. Daya listrik sebesar 0,209 HP, namun motor yang digunakan yaitu 0,25 HP karena ketersediaan motor yang ada dipasaran. Rangka mesin yang digunakan adalah rangka profil L (besi siku) dengan ukuran 40 mm x 40 mm x 30 mm.

Selanjutnya pembuatan mesin peniris minyak yang dilakukan oleh Febrian (2017) untuk goreng-gorengan ini mempunyai permasalahan pada bagian produksi bawang goreng di *home industry* masih menggunakan penirisan secara manual, yaitu dengan menggunakan koran dan cara tersebut masih belum maksimal karena bawang goreng yang dihasilkan masih mengandung minyak berlebihan. Kandungan minyak yang berlebihan akan mempengaruhi kualitas bawang goreng, yaitu cepat tengik, tidak gurih dan tidak tahan lama. Dan ketidak mampuan produsen dalam memenuhi permintaan pasar. Karena dalam kapasitas penirisan yang sedikit dan memerlukan waktu yang lama untuk memperbaiki kualitas bawang goreng. Sehingga dibuatlah mesin peniris minyak goreng untuk mengurangi kadar minyak lebih banyak dan dapat meminimalkan waktu penirisan sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi bawang goreng. Hasil dari pembuatan mesin peniris minyak adalah pada bagian utama dari mesin peniris minyak ada 5 bagian, yaitu: poros, rangka, tabung luar, tabung dalam dan motor. Mesin peniris minyak dapat mengurangi kadar minyak dalam bawang goreng lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan koran, sehingga kualitas bawang menjadi lebih tahan lama dan akan menghemat waktu. Prinsip kerja mesin peniris minyak adalah meneruskan putaran dari motor ke benda penggerak atau pengering dengan diteruskan melalui puli dan belt. Putaran akan membuat minyak pada bawang keluar melewati lubang-lubang.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian sebelumnya

No.	Penulis	Tahun	Penerbit	Tujuan	Permasalahan	Hasil
1	Hesti Istiqlaliyah	2015	Jurnal Nusantara of Engineering, Vol. 2, No. 1: 37-43	- Perancangan mesin peniris minyak untuk keripik nangka dengan kapasitas 2,5 kg/menit - Memaksimalkan penirisan agar tidak memakan waktu yang lama dan keripik nangka bias lebih awet	- Keripik nangka tidak tahan lama dan mudah bau karena kadar minyak pada keripik nangka tinggi - Lamanya waktu penirisan	- Mesin peniris minyak untuk keripik nangka menggunakan motor listrik 0,25 HP - Puling yang digunakan berdiameter 60mm dan 280 mm - Memakai sabuk V tipe A dengan Panjang 1575 mm - Poros yang digunakan berdiameter 20 mm Bahan dari besi baja St 37.
2	- Putut Jatmiko Dwi Prasetyo - Mukhamad Khamdan Ibik	2015	Jurnal Teknik Mesin, Vol. 4 , No. 1: 1-25	- Merancang mesin keripik mangga podang berkapasitas 10 kg/proses pada bagian mesin peniris untuk menghilangkan kadar minyak yang terdapat pada keripik mangga podang	- Berkurangnya khasiat keripik mangga podang dikarenakan masih terdapat kandungan minyak pada keripik mangga podang	- Bahan yang digunakan berupa <i>stainless steel</i> dengan detail 1 mm - Memakai sabuk V-belt dengan tipe A nomor 34 - Mesin yang digunakan adalah motor listrik dengan putaran 1344 rpm Daya 0,1865 Kw

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian sebelumnya (lanjutan)

No.	Penulis	Tahun	Penerbit	Tujuan	Permasalahan	Hasil
3	- Wahyu Sugandi - Ade M Kramadibrata - Fetriyuna - Yoga Prabowo	2018	Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Vol. 6, No. 1: 17-26	- Melakukakn uji kinerja mesin peniris minyak yang meliputi kapasitas actual, efisiensi mesin, kebutuhan daya, energi spesifik, indeks performansi, getaran mesin dan pengaruh kecepatan putaran terhadap hasil.	- Cara penirisan manual yang kurang efisien dan kurang efektif. - Mesin peniris minyak dibutuhkan bagi pengrajin kerupuk karena sangat membantu untuk penirisan minyak yang masih tersisa setelah penggorengan.	- Hasil uji kinerja mesin menunjukkan bahwa sensasi rasa kerupuk terbaik diperoleh pada kecepatan putaran motor 650 RPM dengan kapasitas aktual 3,6 kg/jam pada daya 120 Watt, energi spesifik penirisan 120 kJ/kg - Rendemen penirisan 97,376 %, efisiensi mesin 65,60 %, indeks performansi mesin 0,95, dan tingkat kebisingan 86,86 dBA. - Frekuensi getaran 21,44 mm/s (berbahaya)

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian sebelumnya (lanjutan)

No.	Penulis	Tahun	Penerbit	Tujuan	Permasalahan	Hasil
4	- Helmi Fadhlurrahman Felayati - Bambang Susilo - Yusron Sugiarto	2016	Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, Vol. 4, No. 1: 41-47	- Mengetahui kinerja alat <i>spinner pulling oil</i> atau mesin peniris minyak dengan melakukan uji performansi alat dengan melakukan pengujian secara keseluruhan dengan melakukan pengentasan. - Pengujian dilakukan pada sampel abon ikan dengan dengan lama waktu pengentasan yang berbeda yaitu 0,2,4,6,8 dan 10 menit	- Mutu dari abon ikan yang di produksi masih memiliki kadar minyak yang tinggi dan menyebabkan produk abon ikan buatan Koperasi Wanita Srikandi menjadi cepat tengik dan tidak tahan lama.	- Pada pengujian didapat waktu optimal pengentasan yaitu pada menit ke 6 dengan kadar lemak 25,49% dengan energi yang dibutuhkan sebesar 0,0519 KWh. - Pada analisis alat <i>spinner pulling oil</i> massa abon yang masuk sebesar 3335 gram dan masa abon yang keluar sebesar 1794,25 gram. - Terdapat perubahan massa, massa yang keluar merupakan kadar minyak abon sebesar 1540,75 gram.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian sebelumnya (lanjutan)

5	- Sanny Andjar Sari - Dayal Gustopi - Sri Indriani	2013	Jurnal Industri Inovatif, Vol. 3, No. 1: 49-51	- Membuat rancangan mesin peniris minyak untuk meningkatkan kualitas dan produktifitas	- Pada UD Bawang Jaya Makmur tidak mempunyai alat peniris minyak yang efisien, alat peniris yang digunakan berupa saringan biasa, rege dengan alas koran - Banyaknya waktu yang terbuang untuk menunggu tertirisnya minyak dan memakan tempat yang luas.	- Perhitungan output standar meningkat 173% - Waktu baku meningkat 61,8% - Mesin peniris menggunakan sistem sentrifugal - Motor listrik ¼ pk dengan 1450 rpm - Bahan terbuat dari stainless dengan kerangka besi
6	Feri Afrinaldi	2017	Tugas akhir Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Politeknik Negeri Padang	- Pembuatan alat peniris minyak untuk produk keripik singkong yang berkapasitas 1,5 kg dengan daya listrik yang rendah.	- Pada pembuatan keripik singkong, produk yang dihasilkan masih banyak menyisakan kadar minyak, karena penirisan dilakukan secara manual. - Makanan yang masih banyak mengandung minyak kurang baik bagi kesehatan.	- Spesifikasi mesin peniris minyak dengan tinggi 890 mm, panjang 730 mm, dan lebar 450 mm. - Tabung peniris minyak 320 mm, tinggi 350 mm dan diameter keranjang 400 mm dengan tinggi 390 mm. - Daya listrik sebesar 0,209 HP. Motor yang digunakan yaitu 0,25 HP.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian sebelumnya (lanjutan)

No.	Penulis	Tahun	Penerbit	Tujuan	Permasalahan	Hasil
7	Devaldo Novriano Febrian	2017	Tugas akhir Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Politeknik Negeri Padang	- Pembuatan mesin peniris goreng untuk mengurangi kadar minyak lebih banyak, dan dapat meminimalkan waktu penirisan sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi bawang goreng	- Produksi bawang goreng pada <i>home industry</i> masih menggunakan penirisan secara manual, yaitu dengan menggunakan koran. Dan cara tersebut masih belum maksimal karena bawang goreng yang dihasilkan masih mengandung minyak berlebihan. - Kandungan minyak yang berlebihan akan mempengaruhi kualitas bawang goreng, yaitu cepat tengik, tidak gurih dan tidak tahan lama. - Ketidak mampuan produsen dalam memenuhi permintaan pasar. Karena dalam kapasitas penirisan yang sedikit dan memerlukan waktu yang lama untuk memperbaiki kualitas bawang goreng.	- Bagian utama dari mesin peniris minyak ada 5 bagian, yaitu: poros, rangka, tabung luar, tabung dalam dan motor. - Mesin peniris dapat mengurangi kadar minyak dalam bawang goreng lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan koran, sehingga kualitas bawang menjadi lebih baik dan akan menghemat waktu. - Prinsip kerja mesin peniris minyak adalah meneruskan putaran dari motor ke benda penggerak atau pengereng. Dengan diteruskan melalui puli dan belt. Putaran akan membuat minyak pada bawang keluar melewati lubang-lubang.

2.1.2. Metode TRIZ (*Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*)

Perancangan atau *reengineering* alat bisa dilakukan dengan menggunakan metode QFD (*Quality Function Deployment*) digunakan untuk perancangan yang dibutuhkan oleh konsumen dapat terpenuhi dan sesuai keinginannya (Pezzotta *et al.*, 2016). Selain metode QFD pendekatan TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) juga dapat dilakukan untuk perancangan alat. Metode TRIZ yang merupakan metode untuk pemecahan masalah berdasarkan data dan logika, mempercepat proses perancangan tanpa menghilangkan kualitas dari perancangan itu sendiri. Metode ini dapat digunakan dalam berbagai bidang, dan menciptakan solusi yang efektif dalam penyelesaiannya (Ekmekci & Koksals, 2015).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wilson *et al.*, (2014) yang membahas tentang pengembangan produk mainan anak sebagai media penunjang perkembangan keterampilan motorik halus. Pengembangan produk mainan anak ini menggunakan metode yang dapat menangkap keinginan konsumen dengan baik, yang bertujuan untuk diterima dengan baik nantinya oleh konsumen. Metode yang digunakan adalah *Quality Function Deployment* (QFD), namun pada metode ini sering terjadi *trade off* diantara respon teknis produk, sehingga harus ada yang dikorbankan untuk pemenuhan respon teknis yang lainnya. Pada permasalahan *trade off* diantara respon teknis dapat diselesaikan dengan menerapkan metode TRIZ, di mana metode tersebut merupakan *inventive problem solving* yang dapat menghasilkan solusi tepat dan kreatif untuk pemecahan masalah. Contoh pada penelitian yang dilakukan oleh Wilson *et al.*, (2014) terdapat empat kontradiksi yaitu pada kontradiksi antara *strength versus weight of moving object* dipilih solusi nomor 1 yaitu *segmentation A* dan B, di mana pada prinsip tersebut akan memberikan solusi yang bertujuan untuk membagi objek kedalam beberapa bagian yang terpisah dan membuat objek mudah untuk dibongkar, solusi ini dipilih karena dapat mengurangi berat total dari komponen mainan yang menjadi permasalahan kontradiksi. Kemudian permasalahan kontradiksi *device versus shape* dipilih solusi *dynamics B*, memberikan solusi untuk membagi objek menjadi bagian-bagian yang dapat digerakkan satu sama lainnya, solusi ini dipilih karena membagi tempat penyimpanan komponen mainan menjadi beberapa bagian yang mungkin dapat diaplikasikan dengan

membuat bagian dari salah satu mainan yang dapat bergerak maupun dibuka, sehingga akan dapat memunculkan beberapa ruang untuk menyimpan mainan.

Kemudian penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ramos *et al.*, (2015) mengenai perancangan produk tas ransel anak untuk sekolah. Tas ransel yang sering dijumpai di pasaran memiliki desain yang kurang menarik dan tidak sepenuhnya aman, diantaranya masih banyak komponen yang tidak dapat menunjang pertumbuhan anak. Untuk merancang produk tas ransel untuk anak sekolah ini menggunakan metode *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ), yang dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan konsumen dan tahapan perancangan dilakukan dengan menggunakan *innovation situation questionnaire*, *situation model*, dan *inventive principles* yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah kontradiksi desain dan tingkat ergonomik dari tas ransel dengan cara yang inovatif. Didapat konsep terbaik perancangan tas ransel berdasarkan kesamaan dengan kriteria, penilaian kriteria produk dilakukan dengan *screening* dan *selecting*. Hasil rancangan produk dirancang dengan bentuk oval, tetapi tetap terlihat kuat. Ukuran *straps* disesuaikan dengan ukuran bahu anak, tas dilengkapi dengan fasilitas penunjang berupa tali pinggang, dada, dan bantalan punggung. Dimensi badan tas dari konsep yang dipilih berdasarkan persentil (P₉₅) dalam pengukuran antropometri.

Selanjutnya penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tiafani *et al.*, (2014) tentang rancangan perbaikan alat bantu jalan anak (*baby walker*). Biasanya proses belajar berjalan pada anak dilakukan dengan bantuan orang tua dan belajar berjalan dengan menggunakan alat bantu yang dinamakan *baby walker*. Namun pada penggunaan *baby walker* masih terdapat beberapa masalah diantaranya adalah tingkat kecelakaan dan terganggunya pertumbuhan fisik anak. Pertumbuhan kurang baik yang dimaksudkan adalah anak mengalami cacat kaki yang membentuk huruf “O” dan cara jalan anak menggunakan ujung jari kaki atau biasa disebut jinjit. Masalah tersebut diakibatkan dari dimensi komponen pada *baby walker* yang sudah saat ini kurang sesuai. Maka dilakukan perancangan alat bantu anak yang sesuai yang tidak mengakibatkan cacat pada anak dan aman dengan menggunakan metode TRIZ. Pada hasil perancangan ini didapat 2 konsep yaitu hasil rancangan *baby walker* menggunakan bahan *non-toxic* untuk bahan dasar. Bahan yang digunakan yaitu PP

(*polypropylene*) dan ABS (*acrylonitrile butadine styrene*). Dimensi yang digunakan dengan panjang 40 cm, lebar 65 cm dan tinggi 65 cm. dimensi alas duduk dirancang agar anak tidak membuka kaki terlalu lebar yaitu 20 cm dan bagian bawah 4 cm. dimensi sandaran agar nyaman saat menggunakan adalah 29.5 cm. Dimensi yang dirancang untuk pembuatan *baby walker* menggunakan konsep antropometri. Kemudian terdapat sistem pengunci roda yang fleksibel, setiap roda mempunyai kunci sehingga pada saat salah satu roda dikunci *baby walker* masih bisa bergerak dengan berputar. Rancangan ini memiliki variasi cara untuk belajar jalan, karena alas duduk dan sandaran dapat dilebas sehingga anak bisa belajar jalan dengan cara mendorong *baby walker*.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Labuda (2015) mengenai kemungkinan penerapan elemen metodologi TRIZ (40 prinsip inventif) dalam proses desain arsitektur. Desain arsitektur membutuhkan metode yang mendukung desain konseptual dan proses pengambilan keputusan dalam semua tahapan desain proses. Semua desainer menerapkan metode pemecahan masalah desain, proses mental yang terjadi selama pemikiran berada di luar batas pengetahuan peneliti. Secara intuitif disebut sebagai teka-teki kejeniusan yang membingungkan. Keadaan pengetahuan kontemporer pada teori proses desain arsitektur dicirikan oleh banyak bidang yang belum ditemukan. Contohnya dalam konteks desain kreatif, penemuan mekanisme itu mengatur fenomena menjadi sangat penting. Proses desain tentunya ditangani oleh metodologi desain, bagi sebagian arsitek dan praktisi, tampaknya metodologi adalah sesuatu yang buatan, sesuatu "*straitjacket*" membatasi kebebasan untuk melakukan kreatifitas. Untuk menjelajahi atau mencoba teknik dan metode yang membantu proses untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proyek yang sedang atau akan dilakukan. Maka metodologi yang dapat diterapkan adalah desain TRIZ. Penelitian ini menyimpulkan bahwa dukungan metodologi dan konseptual dari proses pengambilan keputusan dalam desain arsitektur dengan menggunakan 40 prinsip inventif. Dari penelitian yang telah dilakukan bahwa fungsi utama metode TRIZ adalah pembuka kunci atau pemikiran yang kreatif untuk memungkinkan formulasi yang tepat dan menyelesaikan masalah desain yang sulit. Hasil dari penelitian diperoleh percepatan yang efektif dari seluruh desain proses. Penggunaan TRIZ dalam bidang desain proses arsitektur akan mempercepat dan mempersingkat waktu kerja. Unsur-unsur 40 prinsip inventif dapat menjadi "keselamatan"

bagi para arsitek bagi penggunaanya secara rutin dan solusi yang berulang. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode TRIZ khususnya prinsip-prinsip inventif dapat membantu konseptual dan proses pengambilan keputusan dalam perancangan arsitektur.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Roy *et al.*, (2015) mengenai metodologi TRIZ disesuaikan dengan evaluasi kinerja *powertrains hybrid*. Masalah yang terjadi berupa stok minyak yang sedang berlangsung mengalami deplesi dan khawatirnya perkembangan lingkungan, mutasi teknologi mendalam diperlukan dalam mendesai mobil untuk mengembangkan *powertrains* yang lebih efisien. Industri otomotif didominasi oleh mesin pembakaran internal (ICE) yang berbasis *powertrains* dengan efisiensi rendah dan versibilitas mesin jenis ini harus diimbangi oleh energi yang sangat tinggi dengan kepadatan minyak dan penyimpanan *on-board* yang mudah. Cara yang paling akurat adalah dengan penelitian tentang sistem *hybrid*, dengan menggunakan metode TRIZ untuk membantu mengidentifikasi hibridisasi terbaik dan deseain dari *powertrain* untuk mengurangi emisi emisi CO₂. Pengoptimalan dibatasi dengan biaya, massa dan kompleksitas untuk penerapan segmen kendaraan listrik hibrida (HEV) tanpa sambungan untuk mengisi ulang baterai. Maka prosedur ini dilakukan dengan dasar prinsip TRIZ, yang disesuaikan atas dasar prinsip hasil akhir ideal dan pada jaringan yang terdapat kontradiksi. digunakan dengan cara yang utuh untuk mengatur pemikiran tentang perbandingan hibridisasi *powertrain* dan menunjukkan faktor-faktor kunci dan TRIZ diterapkan pada optimalisasi desain komponen.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Filippi dan Barattin (2015) tentang memanfaatkan metode TRIZ dalam desain interaksi. Masalah pada saat ini industri harus mematuhi undang-undang pasar yang cepat dan terus berubah-ubah, sementara itu pelanggan selalu menginginkan produk yang inovatif. Hal ini harus menghemat biaya dengan menerapkan teknologi yang canggih, portabel dan multifungsi yang dapat disesuaikan dan mudah digunakan. Kebutuhan pengguna yang nyata harus diperhitungkan, jika tidak maka produk akan ditolak. Maka diperlukan metode dan alat baru untuk mempertimbangkan aspek teknologi dan interaksi selama desain produk. Teori TRIZ menawarkan metode dan alat yang terdefinisi dengan baik dan terstruktur, dan menjadikan pedoman umum untuk desain inovatif dari berbagai macam produk. Desain interaksi berfokus pada belajar pengembangan

interaksi yang benar antara pengguna dan produk untuk memaksimalkan kompatibilitas kognitif. Tujuannya berupa pengembangan metode desain baru di mana pendekatan sistematis untuk inovasi TRIZ memberikan kompensasi berupa kurangnya proses desain interaksi terpusat untuk pengguna. Dimulai dari persamaan dan perbedaan antar alat yang digunakan saat ini termasuk kedalam dua domain, 39 fitur, 40 prinsip inventif dan matriks kontradiksi. Elemen-elemen baru ini berkontribusi pada definisi dan pengembangan kerangka desain baru yang bernama desain interaksi. Efektivitas elemen-elemen ini telah diuji dalam studi kasus yang berfokus pada interaksi desain perekam DVD baru.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Chang *et al.*, (2016) tentang pengaruh TRIZ terhadap kreativitas mahasiswa teknik. Di seluruh dunia permintaan untuk insinyur telah meningkat pesat. Namun, banyak mahasiswa teknik belum mencapai kemampuan untuk menyelesaikan masalah. Oleh karena itu, kurikulum teknik perlu mendorong kemampuan siswa untuk memecahkan masalah dan melihat proyek dari perspektif interdisipliner yang mengarah ke inovasi. Desain teknik menggabungkan kreativitas dengan teknik rekayasa inovatif dengan mengubah ide-ide baru menjadi bentuk yang nyata. Dengan menggunakan desain *pre tes* dan *post test non-equivalent* untuk mengevaluasi program pendidikan selama 6 minggu, peneliti mengeksplorasi teori pemecah masalah inventif TRIZ pada 121 mahasiswa baru yang belajar teknik, proses kreatif dan produk kreatif adalah variabel dependen dalam melakukan penelitian ini. Menggunakan skor dari desain sebelumnya berfungsi sebagai kovariat, studi ini menggunakan analisis multivariat kovarians (MANCOVA) untuk menganalisis efek TRIZ pada proses kreatif dan produk kreatif siswa. Maka dari itu dapat ditemukan bahwa TRIZ memiliki efek yang sangat positif pada kemampuan siswa untuk menganalisis masalah, dan untuk menghasilkan, memilih, dan menjalankan strategi. TRIZ juga meningkatkan kreativitas di mana para siswa merancang produk, termasuk kemampuan mereka untuk mengembangkan dan mengimplementasikan ide-ide baru.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan, dapat diketahui bahwa metode TRIZ sangat tepat untuk perancangan atau pengembangan produk, karena metode TRIZ ini merupakan pemecah masalah dengan ide-ide kreatif dan tidak

membatasi perancang untuk mengembangkan inovasi terhadap produk yang akan di rancang. Dari penelitian sebelumnya belum ada yang menerapkan metode TRIZ untuk perancangan produk berupa mesin peniris minyak. Maka dari itu peneliti akan menggunakan metode TRIZ ini untuk perancangan produk berupa mesin peniris minyak.

2.2. Kajian Deduktif

2.2.1. Minyak Goreng

Minyak termasuk golongan lipid. Minyak adalah lemak yang berwujud cair pada suhu kamar 25⁰C. minyak merupakan trigeliserida (triasil gliserol) daro gliserol dan berbagai asam lemak (Winaro, 1997). Minyak mengandung sejumlah kecil komponen selain trigliserida, yaitu lipid kompleks (*lesithin, caphalin, fosfatida, dan glikolipid*), sterol, asam lemak bebas, lilin, pigmen, hidrokarbon (karbohidrat, protein dan vitamin). Komponen tersebut akan mempengaruhi sifat fisik dan warna minyak (Buckle *et al.*, 2007).

Menurut Sutiah *et al.*, (2008) minyak adalah sumber energi efektif dibanding dengan karbohidrat dan protein. Minyak juga merupakan zat makanan yang dapat menjaga kesehatan manusia. Asam-asam esensial seperti asam linoleat, lenolenat, dan arakidonat yang dapat mencegah pembuluh darah akibat penyempitan pembuluh darah yang diakibatkan penumpukan kolesterol, asam-asam tersebut terdapat pada minyak nabati. Vitamin A, D, E dan K dapat terlarut oleh minyak (Ketaren, 1986). Minyak tedapat diberbagai bahan pangan dengan kadar yang berbeda-beda. Dalam pengolahan bahan pangan, minyak berfungsi sebagai media untuk penghantar panas, yang biasa disebut sebagai minyak goreng, mentega dan margarin.

Minyak merupakan pencampuran ester asam lemak dengan gliserol. Pada umumnya jenis minyak yang sering dipakai untuk menggoreng adalah minyak nabati seperti minyak sawit, minyak kacang tanah, minyak wijen dan lain-lain (Sartika, 2009). Minyak goreng dengan jenis sawit, kacang tanah, wijen dan lain-lain mengandung kurang lebih 80% asam lemak tak jenuh dengan jenis asam oleat dan linoleate, terkecuali minyak kelapa. Dalam

proses penyaringan sebanyak 2 kali yang terjadi pada minyak kelapa yaitu pengambilan lapisan lemak jenuh yang menyebabkan kadar asam lemak tak jenuh menjadi lebih tinggi (Khomsan, 2003).

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya. Minyak goreng berfungsi sebagai media penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan seperti minyak goreng dan margarin (Hanum, 2016). Dalam penghantar panas, minyak akan mengalami pemanasan yang menyebabkan perubahan fisika-kimia sehingga akan berpengaruh kepada bahan yang digoreng maupun minyak tersebut. Selama proses penggorengan, minyak akan mengalami berbagai reaksi kimia diantaranya berupa reaksi hidrolisis, oksidasi, isomerisasi dan polimerisasi. Reaksi kimia yang terjadi pada asam lemak adalah dari pemanasan minyak pada suhu di atas 200⁰C dapat menyebabkan terjadinya polimer, molekul tak jenuh yang membentuk ikatan cincin (Haliwell & Gutteridge, 1999).

2.2.2. Mesin Peniris Minyak

Mesin peniris minyak merupakan jenis mesin yang berfungsi untuk meniriskan minyak goreng atau mesin penetes kadar minyak pada makanan. Mesin peniris juga berfungsi untuk menghilangkan kadar minyak dengan cara meniriskan pada wadah atau keranjang yang berputar. Mesin peniris yang dibuat berdasarkan sistem sentrifugal, dimana bahan yang akan ditiriskan dimasukkan kedalam wadah kemudian diputar dengan kecepatan tinggi. Putaran yang tinggi akan melemparkan minyak yang terkandung dalam makanan (Prasetio & Ibik, 2015). Oleh karena itu kadar minyak pada makanan dapat ditiriskan hingga kering. Hal tersebut dapat membantu meningkatkan kualitas pada makan, seperti makanan akan lebih terasa gurih, renyah, lezat dan tahan lama. Kemudian penggunaan mesin peniris akan mempercepat dan mengoptimalkan proses penirisan minyak pada makanan yang digoreng.

Mesin peniris mempunyai dua buah tabung yang dipasang satu poros, tabung pertama adalah tabung peniris dan tabung yang kedua merupakan tabung penampung. Mesin peniris memiliki sistem transmisi tunggal yang berupa sepasang puli dihubungkan dengan

sebuah sabuk V, dan sumber penggerak atau pemutarnya berupa motor listrik. Prinsip kerja mesin peniris minyak hampir sama dengan prinsip kerja mesin cuci ketika dalam proses pengeringan yang memanfaatkan gaya sentrifugal yang timbul akibat putaran. Mesin cuci menggunakan gaya sentrifugal untuk membuat udara bergerak dan menguap, sedangkan mesin peniris menggunakan gaya sentrifugal untuk menyaring minyak yang masih terkandung dalam makanan (Istiqlaliyah, 2015).

2.2.3. TRIZ (*Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*)

TRIZ berasal dari kata Rusia yaitu *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch* yang berarti *Theory of Inventive Problem Solving*. Pembuat metode TRIZ adalah Genrich Altshuller yang merupakan seorang *engineer Soviet*, yang membuat prosedur untuk mengembangkan pemecahan masalah kreatif dengan algoritma unik yang mengungkapkan pola-pola inovasi ketika beliau bekerja di kantor paten (Altshuller G. S., 1994). TRIZ merupakan sebuah filosofi teknologi, metode ilmu dan teknologi, cara berpikir yang sistematis untuk ide pengembangan yang kreatif, sistem yang mencakup teknologi pengetahuan, *software* dan lain-lain. TRIZ menyediakan prinsip-prinsip yang bagus dan alat yang konkrit untuk pemikiran kreatif dalam rangkaian teknologi.

TRZ merupakan metodologi sistematis berbasis pengetahuan untuk pemecahan masalah inventif, dan memberikan cara inovasi yang sistematis, pemecahan masalah dengan cara yang kreatif yaitu dengan mencari solusi dari setiap *trade off* di setiap masalah, meyakinkan bahwa kemungkinan solusi yang baru dapat ditemukan dan terus menghasilkan inovasi-inovasi dan menciptakan solusi dari suatu masalah (Gadd, 2011). Dalam pemecahan masalahnya, TRIZ menggunakan logika dan data, bukan intuisi, yang nantinya dapat mempercepat peneliti untuk menyelesaikan masalah secara kreatif (Tiafani *et al.*, 2014).

2.2.3.1. Langkah-langkah Penggunaan Metode TRIZ

Langkah-langkah penggunaan metode TRIZ secara umum adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan masalah teknis

Teknis masalah dalam kontradiksi merupakan konflik antara dua hal dari sebuah sistem. Contoh seseorang ingin meningkatkan salah satu elemen dari suatu sistem atau alat yang diperbaiki maka akan mengurangi kinerja bagian yang lainnya.

2. Menterjemahkan kedalam masalah konsep

Menuliskan ulang permasalahan teknis kedalam masalah konsep dengan mengidentifikasi masalah apa yang sedang terjadi dengan bantuan *39 feature principles*. Fitur tersebut akan menentukan keberhasilan dalam menunjukkan inti masalah.

3. Mencari solusi ideal

Memutuskan bagaimana cara untuk meningkatkan solusi yang diinginkan dan menghilangkan faktor-faktor yang tidak diharapkan. Perbandingan antara hasil dengan solusi ideal akan menentukan apakah benar atau tidak pengambil keputusan menentukan faktor utama kontradiksi.

4. Menggunakan kapabilitas TRIZ untuk solusi

Penggunaan *tools* didalam metode TRIZ seperti matrik kontradiksi yaitu 40 prinsip solusi dan lain-lain digunakan untuk mendapatkan solusi permasalahan yang ada.

5. Menentukan targer yang ingin dicapai dan pemilihan solusi terbaik

Pemilihan solusi terbaik dari permasalahan yang dihadapi dan target yang paling sesuai yang ingin dicapai sebelumnya. Pemilihan solusi tersebut dipilih dari beberapa solusi-solusi yang ditawarkan oleh peneliti.

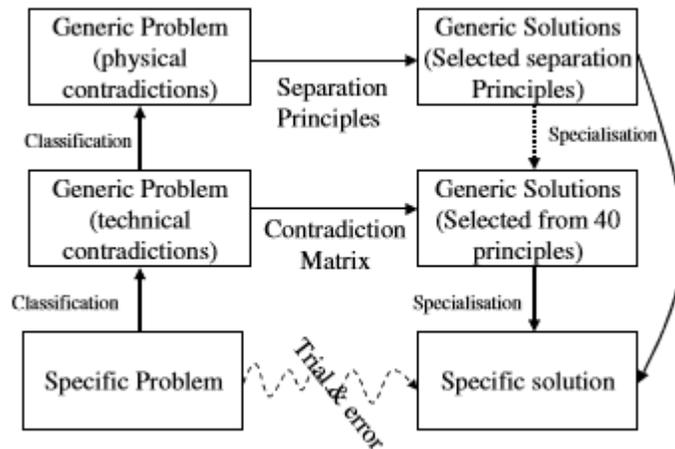
6. Prediksi pengembangan sistem

Memprediksikan untuk melihat potensi masalah pada sistem di masa depan dan memilih metode yang mungkin untuk solusi permasalahannya, bertujuan untuk memperbaiki sistem kedepannya.

7. Analisa solusi yang diterapkan

Menganalisa solusi-solusi yang didapatkan untuk permasalahan sebagai tindakan preventif.

Prosedur diatas dapat lihat pada bentuk gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 *The TRIZ Problem Solving Method*

Sumber: (Stratton *et al.*, 2000)

2.2.3.2. 40 *Invention Principles*

Metode TRIZ menggunakan 40 prinsip inventif merupakan hasil dari analisis 40.000 penemuan paten, analisis menunjukkan pola yang sebagian besar penemuan ditemukan dengan penerapan 40 prinsip inventif. Prinsip-prinsip inventif bertujuan untuk mengaktifkan perancangan pemikiran unruk berfikir kreatif dan mendapatkan solusi yang tepat dalam perancangan (Labuda, 2015).

Tabel 2.2 *40 Invention Principles*

No	40 <i>Invention Principles</i>	No	40 <i>Invention Principles</i>
1	<i>Segmentation</i>	21	<i>Skipping / Rushing Through</i>
2	<i>Taking out</i>	22	<i>“Blessing in disguise” or “Turn Lemons into Lemonade”</i>
3	<i>Local quality</i>	23	<i>Feedback</i>
4	<i>Asymmetry</i>	24	<i>Intermediary</i>
5	<i>Merging or Combining</i>	25	<i>Self service</i>
6	<i>Universality</i>	26	<i>Copying</i>

Tabel 2.2 40 Invention Principles (lanjutan)

No	40 Invention Principles	No	40 Invention Principles
7	"Nested Doll"	27	Cheap short-living objects
8	Anti weight	28	Mechanics substitution
9	Preliminary anti action	29	Pneumatic and Hidraulics(Intangability)
10	Preliminary action	30	Flexible shells and thin films
11	Beforehand cushioning	31	Porous materials
12	Equipotentiality	32	Colour changes
13	The other way round		Homogeneity
14	Spheroidality	34	Discarding and recovering
15	Dynamics	35	Parameter changes
16	Partial or excessive action	36	Phase transition
17	Another dimensions	37	Thermal expansion (Strategic expansions)
18	Mechanical vibration	38	Strong oxidants (Boosted interaction)
19	Periodic action	39	Inert Athmosphere
20	Continuity of useful action	40	Composite material

Adapun penjelasan dari setiap prinsip tersebut dapat dipahami seperti yang dijelaskan oleh (Chai *et al.*, 2005) sebagai berikut:

1. *Segmentation* (Segmentasi)

- a. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian tersendiri.
- b. Membuat suatu objek atau sistem mudah untuk membongkar.
- c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi.

2. *Taking Out* (Ekstrasi)

Memisahkan bagian yang mengganggu dari suatu objek/sistem, hanya diperlukan bagian dari suatu objek/sistem.

3. *Local Quality* (Optimasi Lokal)

- a. Mengubah struktur objek atau sistem dari seragam ke non- seragam, perubahan lingkungan eksternal atau pengaruh eksternal dari seragam ke non-seragam.
- b. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau fungsi sistem dalam kondisi yang paling cocok untuk operasi.

- c. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau sistem yang berbeda dan memenuhi fungsi yang berguna.

4. *Asymetry* (Ketidaksimetrisan)

- a. Perubahan bentuk suatu objek atau sistem dari simetris dengan asimetris.
- b. Jika suatu benda atau sistem yang asimetris, tingkatkan derajat asimetris tersebut.

5. *Merging or Combining* (Penggabungan)

- a. Menggabungkan objek atau sistem yang identik/sama dan menggabungkan bagian yang identik untuk melakukan operasi paralel.
- b. Membuat operasi bersebelahan atau sejajar dalam waktu yang bersamaan.

6. *Universality* (Multiguna / Multifungsi)

- a. Membuat sebagian objek atau sistem dengan melakukan fungsi ganda untuk menghilangkan kebutuhan pada bagian yang lainnya.
- b. Menggunakan fitur standar.

7. *Nested Doll* (Persarangan)

- a. Menempatkan satu objek atau sistem pada gilirannya.
- b. Membuat satu bagian melewati bagian yang lain.

8. *Anti Weight* (Penyeimbangan)

- a. Untuk menyeimbangkan berat/beban dari suatu objek atau sistem dengan objek atau sistem yang lain.
- b. Untuk menyeimbangkan berat/beban dari suatu objek atau sistem agar dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitar (misalnya menggunakan aerodinamis, hidrodinamik, daya apung dan kekuatan lainnya).

9. *Preliminary Anti Action* (Pencegahan)

- a. Pada saat akan melakukan suatu tindakan diperhitungkan efek baik dan efek buruknya.
- b. Membuat *prototype* sebuah objek atau sistem agar dapat menghindari kejadian yang tidak diinginkan kemudian hari.

10. *Preliminary Action* (Persiapan)

- a. Melakukan tindakan persiapan untuk sebuah objek atau sistem baik lengkap maupun sebagian dari sistem atau objek tersebut.

- b. Mengatur objek atau sistem sehingga dapat lepas dari zona nyaman tanpa memakan waktu yang cukup lama.

11. *Beforehand Cushioning* (Pengamanan)

Menyiapkan tindakan pengamanan dalam melakukan uji coba dari objek atau sistem.

12. *Equipotentiality* (Penyelarasan)

Pembatasan perubahan kedudukan dari objek atau sistem (misalnya melakukan uji coba dengan menaikkan atau menurunkan objek untuk menghilangkan bagian - bagian yang kurang penting).

13. *The Other Way Round* (Pembalikan)

- a. Membalikan tindakan yang digunakan untuk memecahkan masalah.
- b. Membuat objek bergerak sebagian atau lingkungan sekitar yang tetap dan membiarkan beberapa bagian tersebut tetap bergerak.
- c. Gerakan objek dengan proses terbalik.

14. *Spheroidality* (Pelengkungan)

- a. Menggunakan bagian bujursangkar atau permukaan yang melengkung untuk menggerakkan suatu objek dari yang sebelumnya berbentuk kubus atau simetris ke bentuk yang lebih melengkung seperti bola.
- b. Menggunakan contoh objek yang tidak beraturan (rol, bola, spiral, kubus)
- c. Menggerakkan dari yang tadinya lurus menjadi melingkar menggunakan kekuatan sentrifugal.

15. *Dynamics* (Pendinamisan / Adaptasi)

- a. Mendesain sifat-sifat sebuah objek, lingkungan sekitar atau prosesnya untuk mencari kondisi yang lebih optimal.
- b. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang mampu melakukan kerjasama terhadap satu sama lain.
- c. Jika suatu objek atau proses kaku atau tidak fleksibel maka objek atau proses tersebut dibuat untuk bergerak agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar.

16. *Partial or Excessive Action* (Pelebihan / Pengurangan)

Apabila nilai sempurna sulit untuk dicapai dengan menggunakan metode yang ada maka dilakukan pelebihan atau pengurangan dengan menggunakan metode yang sama, kemungkinan mendapat nilai sempurna akan lebih mudah.

17. *Another Dimensions* (Penambahan Dimensi)

- a. Memindahkan objek atau sistem dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi.
- b. Menggunakan *multy-story* dalam menyusun objek atau sistem bukan menggunakan *single-story*.
- c. Re-orientasi dari objek atau sistem. Menggunakan bagian lain dari sebuah objek atau sistem.

18. *Mechanical Vibration* (Penggetaran)

- a. Penyebab suatu objek atau sistem untuk beresilasi atau bergetar.
- b. Meningkatkan frekuensi bahkan sampai ke ultrasonik.
- c. Gunakan *vibrator piezoelektrik* yang bukan mekanik.
- d. Gunakan kombinasi ultrasonik dan osilasi medan elektromagnetik.

19. *Periodic Action* (Periodisasi)

- a. Melakukan jeda (periodik).
- b. Apabila sudah ada jeda, maka perlu diatur besar/ kecil dari masa jeda tersebut.
- c. Gunakan jeda tersebut untuk melakukan tindakan yang berbeda.

20. *Continuity of Useful Action* (Pemberlanjutan Manfaat)

- a. Membiarkan sebuah objek atau sistem bekerja terus menerus dengan menggunakan beban penuh agar mengetahui kelebihan dan kekurangannya.
- b. Jangan melakukan tindakan pencegahan dalam pelaksanaannya.

21. *Skipping / Rushing Through* (Percepatan Perlakuan)

Melakukan tahap-tahap tertentu (misalnya tes kerusakan, tes berbahaya atau tidak) dengan percepatan.

22. *Blessing in Disguise / Turn Lemons into Lemonade* (Pemanfaatan Kerugian)

- a. Gunakan faktor bahaya khususnya efek bahaya terhadap lingkungan sekitar untuk mencapai efek yang positif.
- b. Menghilangkan tindakan utama yang berbahaya dengan mengalihkan tindakan tersebut untuk yang lainnya dalam memecahkan masalah.

- c. Menghilangkan faktor bahaya sedemikian rupa sehingga tidak berbahaya lagi.

23. *Feedback* (Timbal Balik)

- a. Melakukan koreksi (perujukan kembali, pengecekan silang) untuk melakukan perbaikan proses atau mengambil sebuah tindakan.
- b. Jika sudah menggunakan *feedback* maka melakukan perubahan besar atau kecil.

24. *Intermediary* (Perantara)

- a. Gunakan operator atau proses sebagai perantara.
- b. Menggabungkan satu objek sementara dengan yang lain (yang dapat dengan mudah dihilangkan).

25. *Self Service* (Pelayanan Sendiri)

- a. Buatlah sebuah objek atau sistem melakukan pelayanan sendiri dengan melakukan fungsi tambahan yaitu membantu.
- b. Gunakan sumber daya lain.

26. *Copying* (Penyalinan)

- a. Menggunakan objek atau sistem yang sudah tersedia supaya lebih sederhana dan murah.
- b. Gantikan objek atau sistem dengan proses salinan optik.
- c. Jika salinan optik sudah digunakan, gunakan inframerah atau ultraviolet eksemplar.
- d. Salin konsep layanan kreatif di industri yang berbeda.

27. *Cheap Short-Living Objects* (Murah / Sekali Pakai)

Menggantikan objek atau sistem dengan yang lebih murah dengan mengorbankan kualitas tertentu.

28. *Mechanic Substitution* (Penggantian Sistem / Teknik)

- a. Mengganti hal yang mekanis dengan perasaan (penglihatan, pendengaran, perasa atau penciuman) yang lebih berarti.
- b. Gunakan listrik, magnet atau medan elektromagnetik untuk menjalankan objek atau sistem tersebut.
- c. Perubahan sistem yang tadinya statis menjadi bergerak atau yang tadinya tidak terstruktur menjadi lebih terstruktur.
- d. Gunakan bersama dengan bidang-bidang yang lain.

29. *Pneumatic and Hydraulics / Intangability* (Sistem Pneumatik dan Hidrolik)
Menggunakan bagian yang lain yang tidak ada didalam objek atau sistem.
30. *Flexible Shells and Thin Films* (Pemakaian Membran / Lapisan)
- Menggunakan *flexible shells and thin films* untuk struktur 3D.
 - Menggunakan *flexible shells and thin films* untuk mengisolasi objek atau sistem dari lingkungan sekitar.
31. *Porous Materials* (Pemakaian Material Berpori / Rongga)
- Buat objek atau sistem menggunakan material berpori atau berongga sebagai pelapis.
 - Jika suatu objek atau sistem sudah keropos maka gunakan pori-pori tersebut untuk menggantikan fungsi bagian yang keropos tersebut.
32. *Colour Changes* (Pengubahan Warna)
- Mengubah warna suatu objek atau sistem disesuaikan dengan lingkungan sekitar.
 - Mengubah transparansi suatu objek atau sistem.
33. *Homogeneity* (Homogenitas)
Membuat objek atau sistem dapat berinteraksi atau disatukan dengan lingkungan sekitarnya dengan menggunakan bahan yang sama.
34. *Discarding and Recovering* (Menghilangkan dan Memperbaiki)
- Membuat atau menghilangkan bagian-bagian dari objek atau sistem atau memodifikasi secara langsung selama operasi.
 - Mengembalikan bagian-bagian yang dihilangkan selama operasi berjalan.
35. *Parameter Changes* (Transformasi)
- Mengubah parameter sebuah objek atau sistem (misalnya untuk gas, cair atau padat).
 - Mengubah konsentrasi atau konsistensi.
 - Mengubah tingkat fleksibilitas.
 - Mengubah atmosfer untuk pengaturan yang lebih optimal.
36. *Phase Transition* (Masa Transisi)
Menggunakan fenomena yang terjadi selama masa transisi (misalnya perubahan volume, proses menghilang atau penyerapan panas).

37. *Thermal Expansion / Strategic Expansion* (Perluasan Pemasaran)
- Gunakan ekspansi termal (kontraksi) dari bahan.
 - Jika ekspansi termal sudah digunakan, maka gunakan beberapa bahan yang berbeda dengan koefisiensi termal.
38. *Strong Oxidant / Boosted Interaction* (Interaksi dengan Masyarakat)
- Mengganti keadaan yang biasa dengan keadaan yang lebih bermasyarakat.
 - Meningkatkan partisipasi konsumen dalam pelayanan.
 - Keadaan sekitar yang bertahan dari ancaman lingkungan lain.
 - Menggunakan keadaan yang lebih baik.
39. *Inert Athmosphere* (Lingkungan Netral)
- Menggantikan lingkungan yang normal dengan lingkungan yang netral.
 - Menambahkan bagian yang netral kedalam objek atau sistem.
40. *Composite Material* (Komposisi Gabungan Bahan Baku)
- Perubahan terhadap beberapa bahan baku yang digunakan.

2.2.3.3. TRIZ 39 Parameter

Formulasi *trade-off* dapat digunakan untuk mengeliminasi prinsip-prinsip yang tidak cocok untuk digunakan, ditunjukkan dengan matriks kontradiksi. Karena sangat penting untuk mengetahui bagaimana cara memilih prinsip yang tepat dan dapat digunakan untuk masalah tertentu. Domb et al. (1998) menetapkan 39 fitur-fitur standar sebagai berikut :

Tabel 2.3 *TRIZ 39 Parameter*

No	Judul	Penjelasan
1	<i>Moving Object</i>	Objek yang dapat dengan mudah dirubah posisinya didalam sebuah ruangan baik dengan bantuan maupun tidak dengan bantuan untuk digerakan. Objek didesain untuk mudah digerakan/dipindahkan.

Tabel 2.3 TRIZ 39 Parameter (lanjutan)

No	Judul	Penjelasan
2	<i>Stationary Object</i>	Objek yang tidak dapat berubah posisinya baik dengan bantuan maupun tidak dengan bantuan untuk menggerakannya. Hal ini tergantung pada kondisi objek yang sedang digunakan.
No	Judul	Penjelasan
1	<i>Weight of moving object</i>	Berat dari objek di ruangan dengan gravitasi normal. Tenaga yang digunakan untuk mensupport atau menekan objek tersebut.
2	<i>Weight of Stationary object</i>	Berat dari objek di ruangan dengan gravitasi normal. Tenaga yang digunakan untuk mensupport atau menekan objek tersebut atau pada saat objek tersebut diam.
3	<i>Length of moving object</i>	Salah satu dimensi ukuran, tidak yang terpanjang tentunya tetapi mempertimbang panjang.
4	<i>Length of stationary object</i>	Sama dengan <i>length of moving object</i> .
5	<i>Area of moving object</i>	Karakterisk geometris yang dijelaskan oleh bagian-bagian dari objek tersebut. Bagian permukaan yang digunakan oleh objek. Atau ukuran permukaan yang digunakan objek baik bagian dalam maupun luar dari objek.
6	<i>Area of stationary object</i>	Sama dengan <i>area of moving object</i> .
7	<i>Volume of moving object</i>	Ukuran volume yang digunakan dari objek. Panjang x tinggi x lebar untuk objek yang berbentuk kubus, tinggi x luas lingkaran untuk tabung, dll.
8	<i>Volume of stationary object</i>	Sama dengan <i>volume of moving object</i> .

Tabel 2.3 TRIZ 39 Parameter (lanjutan)

No	Judul	Penjelasan
9	<i>Speed</i>	Kecepatan dari objek, rating dari proses atau gerakan dalam suatu waktu.
10	<i>Force</i>	Ukuran gaya yang digunakan didalam interaksi sistem. Di dalam fisika Newtonian, gaya = massa x percepatan. Di TRIZ, gaya adalah beberapa interaksi yang digunakan untuk mengganti kondisi dari objek.
11	<i>Stress of pressure</i>	Gaya tiap area unit dan juga tegangan.
12	<i>Shape</i>	Bentuk luar dari objek atau tampilan dari sebuah sistem.
13	<i>Stability of the object's composition</i>	Keseluruhan atau keseluruhan dari sistem, hubungan yang terjadi diantara elemen-elemen inti dari sistem. Ketahanan, pembusukan secara kimia dan membongkar semua kekurangan secara stabil. Meningkatkan entropi adalah mengurangi stabilitas objek.
14	<i>Strength</i>	Tingkatan sebuah objek untuk menahan perubahan gaya. Daya tahan untuk tidak hancur.
15	<i>Duration of action by a moving object</i>	Waktu yang digunakan objek untuk dapat bekerja sesuai fungsi. Waktu produktif objek. Waktu rata-rata antara kerusakan yang terjadi adalah ukuran dari waktu bekerja objek. Dan juga durabilitas objek.
16	<i>Duration of action by a stationary object</i>	Sama dengan <i>duration of action by moving object</i> .
17	<i>Temperature</i>	Kondisi termal dari objek atau sistem. Melonggarkan termasuk didalamnya parameter termal lainnya seperti kapasitas suhu yang menyebabkan tingkat perubahan temperatur.
18	<i>Illumination intensity</i> *(jargon)	Perubahan terus menerus secara cepat setiap unit area juga karakter penerangan lainnya dari sistem seperti tingkat keterangan, kualitas cahaya, dll.

Tabel 2.3 TRIZ 39 Parameter (lanjutan)

No	Judul	Penjelasan
19	<i>Use of energy by moving object</i>	Ukuran kapasitas objek untuk melakukan fungsinya. Di mekanika klasik, energi adalah bentuk dari gaya, waktu dan jarak. Hal ini termasuk pemakaian energi yang disediakan oleh <i>super-system</i> (seperti energi listrik atau energi panas). Energi membutuhkan perlakuan khusus.
20	<i>Use of energy by stationary object</i>	Sama dengan <i>use of energy by moving object</i> .
21	<i>Power *(jargon)</i>	Waktu yang digunakan objek pada saat melaksanakan fungsinya. Jumlah dalam menggunakan energi.
22	<i>Loss of energy</i>	Menggunakan energi yang tidak memberikan kontribusi untuk menyelesaikan pekerjaan. Lihat point 19. Untuk mengurangi energi yang terbuang sia-sia membutuhkan teknik yang berbeda dari improvisasi penggunaan energi oleh karena itu mengapa bagian ini dipisahkan.
23	<i>Loss of substance</i>	Setengah jadi atau jadi, permanen atau temporer, menghilangkan beberapa bahan baku/data dari sistem, bahan, <i>part</i> atau subsistem.
24	<i>Loss of Information</i>	Setengah jadi atau jadi, permanen atau temporer, menghilangkan data atau akses data didalam sistem secara berulang-ulang termasuk data tentang indra manusia seperti bau, tekstur dll.
25	<i>Loss of Time</i>	Waktu adalah durasi dari sebuah aktivitas. Memperbaiki waktu yang hilang berarti mengurangi waktu yang digunakan untuk beraktivitas.
26	<i>Quantity of substance /the matter</i>	Angka atau jumlah dari bahan yang digunakan, bahan baku, <i>part</i> atau subsistem yang mungkin diganti secara utuh atau perbagian secara permanen atau temporer.

Tabel 2.3 TRIZ 39 Parameter (lanjutan)

No	Judul	Penjelasan
27	<i>Reliability</i>	Kemampuan sistem dalam menjalankan fungsi yang diharapkan yang telah diprediksikan sesuai dengan kondisi yang ada.
28	<i>Measurement accuracy</i>	Kemiripan dari nilai yang dihitung dengan nilai didunia nyata dari properti sistem. Mengurangi kesalahan yang terjadi saat melakukan pengukuran agar lebih akurat.
29	<i>Manufacturing precision</i>	Meluaskan karakteristik aktual yang ada dari sebuah sistem atau perhitungan pada objek secara spesifik atau karakteristik permintaan yang ada.
30	<i>External harm affects the object</i>	Kelemahan dari sistem untuk menghindari efek <i>externally generated</i> (berbahaya).
31	<i>Object-generated harmful factors</i>	Efek yang berbahaya adalah salah satu yang mengurangi efisiensi atau kualitas fungsi dari objek atau sistem. Efek tersebut distandarkan oleh objek atau sistem sebagai bagian dari operasionalnya.
32	<i>Ease of manufacture</i>	Derajat dari fasilitas, nyaman atau tidak membutuhkan banyak tenaga dalam proses manufaktur atau fabrikasi dari objek atau sistem.
33	<i>Ease of operation</i>	Proses tidak mudah jika membutuhkan pekerja yang banyak, langkah pekerjaan yang banyak, membutuhkan alat khusus dll. <i>Hard Processes</i> hasilnya rendah dan <i>Easy Processes</i> hasilnya tinggi; semuanya mudah untuk melakukan yang benar.
34	<i>Ease of repair</i>	Karakteristik kualitas seperti kemudahan, kenyamanan, simple dan waktu yang digunakan untuk memperbaiki kesalahan, kerusakan atau cacat didalam sistem.

Tabel 2.3 TRIZ 39 *Parameter* (lanjutan)

No	Judul	Penjelasan
35	<i>Adaptability or versatility</i>	Perluasan bagi sistem atau objek untuk menerima secara positif perubahan dari luar. Juga sistem yang dapat digunakan dalam beberapa cara pada beberapa lingkungan yang tidak baik.
36	<i>Device complexity</i>	Jumlah dan perbedaan dari elemen-elemen dan elemen timbal balik diantara sistem. Pengguna bisa jadi menjadi bagian dari sistem yang meningkatkan tingkat kompleksitas. Kesulitan dalam menguasai sebuah sistem adalah ukuran dari kompleksitas tersebut.
37	<i>Difficulty of detecting and measuring</i>	Mengukur atau mengamati sistem yang kompleks, mahal membutuhkan waktu yang banyak dan pekerja untuk men-setup dan menggunakannya atau yang mempunyai hubungan kompleks antara komponen atau komponen yang mempengaruhi yang lain “difficulty of detecting and measuring”. Meningkatkan biaya dalam pengukuran ketidakpuasan juga tanda meningkatnya tingkat kesulitan dalam pengukuran.
38	<i>Extent of automation</i>	Perluasan bagi fungsi suatu sistem atau objek tanpa campur tangan manusia. Level terendah dalam automasi adalah menggunakan alat operasi manual. Untuk level lanjutan program yang dibuat manusia sebagai alat, mengamati operasi tersebut dan menyela atau memrogram ulang jika dibutuhkan. Untuk level tertinggi, mesin mengerti kebutuhan operator, memrogram sendiri dan mengamati operasinya sendiri.

Tabel 2.3 TRIZ 39 Parameter (lanjutan)

No	Judul	Penjelasan
39	<i>Productivity</i> *	Jumlah fungsi atau performa operasional oleh sistem tiap satuan waktu. Waktu untuk unit berfungsi atau beroperasi. <i>Output</i> tiap satuan waktu atau biaya tiap <i>output</i> yang dihasilkan.

2.2.3.4. Matriks Kontradiksi TRIZ

Matriks kontradiksi Altshuller (*TRIZ contradiction matrix*) merupakan tabel yang terdiri dari 39 elemen horisontal (*improving feature/improved attribute*), 39 elemen vertikal (*worsening feature/deteriorated attribute*) dan 40 *inventive principles*. Setelah *improving parameters* dan *worsening parameters* teridentifikasi, maka kontradiksi desain antara dua parameter kinerja dapat diselesaikan dengan menggunakan matriks kontradiksi untuk menghasilkan solusi potensial *inventive principles* (Altshuller G. , 2000).

IMPROVED ATTRIBUTE WORSENING ATTRIBUTE		1	2	3	4	5	22	30	39
		Weight of moving object	Weight of stationary object	Length or angle of moving object	Length or angle of stationary object	Area of moving object	Loss of energy	Object affected harmful factors	Productivity
1	Weight of moving object			15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34	6, 12, 34, 19	22, 21, 18, 27	35, 3, 24, 37
2	Weight of stationary object				10, 1, 29, 35		18, 19, 28, 15	2, 19, 22, 37	1, 26, 15, 35
3	Length or angle of moving object	8, 15, 29, 34				15, 17, 4	7, 2, 35, 39	1, 15, 17, 24	14, 4, 28, 29
4	Length or angle of stationary object		35, 28, 40, 29				6, 28	1, 18	30, 14, 7, 26
5	Area of moving object	2, 17, 29, 4			14, 15, 18, 4		15, 17, 30, 26	22, 33, 28, 1	10, 26, 34, 2
33	Ease of operation	25, 2, 15, 13	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12		1, 17, 13, 16	2, 19, 13	2, 25, 28, 39	15, 1, 26
39	Productivity	35, 26, 24, 37	26, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	28, 10, 29, 35	22, 35, 13, 24	

Gambar 2.2 Matriks Kontradiksi

Sumber (Rivin, n.d.)

Kontradiksi desain antara dua parameter kerja dapat diselesaikan dengan menggunakan satu atau lebih 40 dasar inovasi yang ada. Untuk mewakili kondisi kontradiksi teknis ini TRIZ telah memilih 39 parameter sistem dan menyediakan matriks permasalahan berukuran 39 x 39. Langkah-langkah yang harus diikuti untuk dapat bekerja dalam matriks kontradiksi tersebut adalah sebagai berikut:

- Memilih fitur standar yang paling mendekati fitur yang akan dikembangkan dari fitur standar dan yang paling mendekati fitur yang tidak dibutuhkan lagi.
- Temukan baris pada matriks kontradiksi yang merupakan fitur standar yang akan dikembangkan.
- Temukan kolom pada matriks kontradiksi yang merupakan fitur standar yang tidak dibutuhkan lagi.
- Pada sel perpotongan antara kolom dan baris terdapat nomor-nomor yang direkomendasikan.
- Lihat prinsip-prinsip tersebut pada daftar 40 prinsip TRIZ dan gunakan untuk menghasilkan ide-ide dalam menyelesaikan permasalahan.

2.2.4. Rumus-rumus Perhitungan Umum

2.2.4.1. Motor Listrik

Komponen yang sangat penting dalam mesin untuk digunakan sebagai sumber tenaga adalah motor listrik. Motor listrik ini berfungsi untuk menggerakkan poros dan tabung peniris sehingga tabung peniris minyak dapat berputar.

Dengan menggunakan torsi dan kecepatan yang bekerja maka daya motor dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut (Shigley & Joseph, 1984):

$$P_{motor} = \omega \cdot T_{motor} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$P_{motor} = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot T_{motor}$$

Dengan: $P_{motor} = \text{Daya motor (Hp)}$

$n = \text{Putaran akibat motor listrik (putaran/detik)}$

$T_{motor} = \text{Kecepatan yang bekerja (Nmm)}$

2.2.4.2. Torsi

Torsi merupakan ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, atau bisa disebut sebagai suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang di hasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai gaya *setrifugal* sebesar F , maka benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar r , maka besaran torsi adalah:

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan : $T = \text{Torsi (N.m)}$

$F = \text{Gaya (N)}$

$r = \text{Jari-jari silinder pemisah minyak (m)}$

2.2.4.3. Kecepatan putar

Perhitungan yang digunakan dalam perancangan kecepatan putar antara lain (Sularso, 2004):

$$V = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60 \times 1000} \text{ (Sularso, 2004)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan: $V = \text{Kecepatan (m/s)}$

$d_p = \text{Diameter tabung putar (mm)}$

$n_1 = \text{Putaran motor listrik (rpm)}$

2.2.4.4. Gaya sentrifugal

Gaya sentrifugal merupakan gaya yang arahnya keluar dari pusat lingkaran. Dalam tabung putar menggunakan prinsip gaya sentrifugal. Dihitung dengan rumus sebagai berikut (Prasetio & Ibik, 2015):

$$F = m \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan: F_e = Gaya *sentrifugal* (N)
 V = Kecepatan keliling (m/s)
 r = Jari-jari (mm)
 m = Massa (kg)

2.2.4.5. Tekanan (*preasure*)

Akibat dari gaya sentrifugal yang terjadi, maka akan didapat tekanan (*preasure*) yang menuju ke segala arah sehingga didapat rumus tekanan sebagai berikut (Shigley & Joseph, 1984):

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$P = \frac{F}{\pi.D.t} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan: P = Tekanan yang menuju kesegala arah (N)
 A = Luas bangunan (m²)
 F = Gaya sentrifugal (N)

2.2.4.6. Tegangan

Dengan adanya gaya sentrifugal dan tekanan maka akan mempengaruhi tegangan yang terjadi pada permukaan dinding tabung putar, maka rumus tegangan yaitu (Prasetio & Ibik, 2015):

$$\sigma_p = \frac{p \cdot D}{2t} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan: σ_p = Tegangan (Mpa)
 P = Tekanan yang menuju kesegala arah (N/m²)
 D = Diameter tabung (mm)
 T = Tinggi tabung (mm)

2.2.5. Validitas

Validitas berasal dari kata *validity* yang berarti arti sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu instrument pengukuran (tes) dalam melakukan fungsi ukurannya (Azwar, 1998). Apabila dalam menjalankan suatu tes menghasilkan fungsi ukur yang tepat atau memberikan hasil ukur yang sesuai dengan maksud dilakukannya pengukuran tersebut maka bisa dikatakan uji validitas yang tinggi. Artinya hasil ukur dari pengukuran tersebut merupakan besaran yang mencerminkan secara tepat fakta atau keadaan sesungguhnya dari apa yang diukur.

Menurut Suryabrata (2000) validitas tes pada dasarnya menunjuk kepada derajat fungsi pengukuran suatu tes, atau derajat lecermatan ukurnya sesuatu tes. Validitas suatu tes memperlmasalahkan apakah tes tersebut benar-benar mengukur apa yang hendak diukur. Maksudnya adalah seberapa jauh suatu pengujian mampu menjawab dengan tepat ciri atau keadaan yang sesungguhnya dari obyek ukur, akan tergantung dari tingkat validitas tes yang bersangkutan. Bersamaan dengan hal itu Sajudan (2004) menyatakan bahwa validitas berhubungan dengan ketepatan alat penilaian terhadap konsep yang dinilai sehingga betul-betul menilai apa yang seharusnya dinilai.

Matondang (2009) membagi jenis validitas kedalam tiga macam yaitu validitas isi (*content validity*), validitas konstruk (*construct validity*) dan validitas empiris atau kriteria. Adapun penjelasan dari ketiga jenis validitas tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Validitas isi

Jenis validitas ini menunjukkan sejauh mana pertanyaan, tugas atau butir dalam suatu pengujian atau instrumen mampu mewakili secara keseluruhan dan proporsional perilaku sampel yang dikenai uji tersebut. Artinya pengujian itu valid apabila butir-butir uji itu mencerminkan keseluruhan konten atau materi yang diujikan atau yang seharusnya dikuasai secara proporsional.

Untuk mengetahui apakah tes itu valid atau tidak, harus dilakukan melalui penelaahan kisi-kisi tes untuk memastikan bahwa soal-soal tes itu sudah mewakili atau mencerminkan keseluruhan konten atau materi yang seharusnya dikuasai secara proporsional. Oleh karena itu validitas isi suatu tes tidak mempunyai besaran tertentu yang dihitung secara statistika tetapi dipahami bahwa tes itu sudah valid berdasarkan telaah kisi-kisi tes. Oleh karena itu, validitas isi sebenarnya mendasarkan pada analisis logika, tidak merupakan suatu koefisien validitas yang dihitung secara statistika.

2. Validitas konstruk (*construct validity*)

Adalah validitas yang mempermasalahkan seberapa jauh butir-butir pengujian mampu mengukur apa yang benar-benar hendak diukur sesuai dengan konsep khusus atau definisi konseptual yang telah ditetapkan. Validitas konstruk biasa digunakan untuk instrumen yang dimaksudkan mengukur variabel konsep, baik yang sifatnya performansi tipikal seperti instrumen untuk mengukur sikap, minat konsep diri, lokus kontrol, gaya kepemimpinan, motivasi berprestasi, dan lain-lain, maupun yang sifatnya performansi maksimum seperti instrumen untuk mengukur bakat (tes bakat), inteligansi (kecerdasan intelektual), kecerdasan, emosional dan lain-lain.

Untuk menentukan validitas konstruk dilakukan proses penelaahan teoretik dari suatu konsep dari variabel yang hendak diukur, mulai dari perumusan konstruk, penentuan dimensi dan indikator, sampai kepada penjabaran dan penulisan butir-butir instrumen. Perumusan, konstruk harus dilakukan berdasarkan sintesis dari teori-teori mengenai konsep variabel yang hendak diukur melalui proses analisis dan komparasi yang logik dan cermat.

3. Validitas Empiris atau Kriteria

Merupakan pengujian yang ditentukan berdasarkan kriteria, baik kriteria internal maupun kriteria eksternal. Validitas empiris diperoleh melalui hasil uji coba tes kepada responden yang setara dengan responden yang akan dievaluasi atau diteliti. Kriteria internal adalah tes atau instrumen itu sendiri yang menjadi kriteria, sedang kriteria eksternal adalah hasil ukur instrumen atau tes lain di luar instrumen itu sendiri yang menjadi kriteria. Ukuran lain yang sudah dianggap baku atau dapat dipercaya dapat pula dijadikan sebagai kriteria eksternal. Validitas yang ditentukan berdasarkan kriteria internal disebut validitas internal sedangkan validitas yang ditentukan berdasarkan kriteria eksternal disebut validitas eksternal.

2.2.6. Reliabilitas

Reliabilitas berasal dari kata *reliability* yang berarti sejauh mana hasil suatu pengukuran dapat dipercaya. Suatu hasil pengukuran dapat dipercaya apabila dalam beberapa kali pelaksanaan pengukuran terhadap kelompok subyek yang sama, diperoleh hasil pengukuran yang relatif sama, selama aspek yang diukur dalam diri subyek memang belum berubah (Matondang, 2009). Sama halnya dengan yang dinyatakan oleh Nur (1987) bahwa reliabilitas ukuran menyangkut seberapa jauh skor deviasi individu, atau skor-z, relatif konsisten apabila dilakukan pengulangan pengadministrasian dengan tes yang sama atau tes yang ekuivalen. Silverius (1991) menyatakan bahwa suatu tes dikatakan *reliable* jika selalu memberikan hasil yang sama bila diteskan pada kelompok yang sama pada waktu atau kesempatan yang berbeda. Sehingga dapat diketahui bahwa reliabilitas suatu pengujian merupakan suatu konsistensi hasil uji tanpa dipengaruhi waktu.

Jenis reliabilitas terbagi kedalam dua macam, yaitu reliabilitas konsistensi tanggapan dan reliabilitas konsistensi gabungan butir. Adapun penjelasan dari kedua jenis reliabilitas dapat dijelaskan oleh (Matondang, 2009) sebagai berikut:

1. Reliabilitas Konsistensi Tanggapan

Reliabilitas konsistensi tanggapan responden berkaitan dengan apakah tanggapan responden atau obyek ukur terhadap tes atau instrumen tersebut sudah baik atau

konsisten. Dalam hal ini apabila suatu tes atau instrumen digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap obyek ukur kemudian dilakukan pengukuran kembali terhadap obyek ukur yang sama, apakah hasilnya masih tetap sama dengan pengukuran sebelumnya. Jika hasil pengukuran kedua menunjukkan ketidakkonsistenan maka jelas hasil pengukuran itu tidak mencerminkan keadaan obyek ukur yang sesungguhnya.

Untuk mengetahui apakah tanggapan terhadap tes atau instrumen itu baik, konsisten atau tidak *plin-plan*, dapat dilakukan dengan cara memberikan tes yang sama secara berulang kali (dua kali) kepada obyek ukur atau responden yang sama. Pengetesan dua kali merupakan syarat minimal untuk mengetahui apakah tanggapan obyek ukur terhadap tes tersebut konsisten atau tidak

2. Reliabilitas Konsistensi Gabungan Butir

Reliabilitas konsistensi gabungan butir berkaitan dengan kesetaraan hasil antara butir suatu tes. Hal ini dapat diungkapkan dengan pertanyaan, apakah terhadap objek ukur yang sama, butir yang satu menunjukkan hasil ukur yang sama dengan butir yang lainnya. Dengan kata lain bahwa terhadap bagian objek ukur yang sama, apakah hasil ukur butir yang satu tidak kontradiksi dengan hasil ukur butir yang lain.

Jika terhadap bagian objek ukur yang sama, hasil ukur melalui butir yang satu kontradiksi atau tidak konsisten dengan hasil ukur melalui butir yang lain maka pengukuran dengan tes (alat ukur) sebagai suatu kesatuan itu tidak dapat dipercaya. Dengan kata lain tidak *reliable* dan tidak dapat digunakan untuk mengungkap ciri atau keadaan yang sesungguhnya dari objek ukur. Jika hal tersebut terjadi, maka kesalahan bukan terletak pada objek ukur, melainkan alat ukur (tes) yang dapat dikatakan salah, dengan mengatakan bahwa tes tersebut tidak *reliable* terhadap objek yang diukur.