BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil berupa sebuah alat Praktikum Fisika Listrik beserta dengan modul praktikumnya yang dapat digunakan dalam kegiatan praktikum. Alat yang telah dibuat dapat membantu pemahaman tentang dasar listrik dengan cara melakukan percobaan menggunakan alat tersebut. Pembuatan alat Praktikum Fisika Listrik beserta modulnya telah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hal ini dapat dilihat dari hasil pembuatan alat tersebut yaitu:

1. Peralatan menggunakan arus listrik rendah dalam pengoperasiannya. Digunakannya *power supply* untuk mengatur arus listrik yang masuk ke rangkaian listrik. Digunakannya bahan isolator pada papan rangkaian listrik sehingga dapat mencegah terjadinya potensi sengatan arus listrik maupun lonjakan listrik pada saat peralatan digunakan.
2. Membuat modul praktikum yang berisi langkah penggunaan alat tersebut dalam menjalankan percobaan.
3. Papan rangkaian yang digunakan dalam praktikum menggunakan sistem *socket* sehingga mempermudah bongkar pasang dan penggantian komponen listrik yang menjadi bahan uji.
4. Penyimpan peralatan dilakukan dengan menggunakan kotak penyimpan.
5. Peralatan praktikum dibuat dari bahan-bahan yang berkualitas dan tahan lama contohnya yaitu menggunakan *acrylic* sebagai material pembuat papan rangkaian. Peralatan yang mudah untuk dibongkar pasang akan mempermudah penggantian komponen yang rusak. Peralatan yang mudah untuk dibongkar pasang juga mempermudah dalam pembersihan dan penyimpanan peralatan tersebut.
6. Desain papan rangkaian terbuat dari *acrylic* bening sehingga mampu menampilkan seluruh komponen yang terpasang pada papan rangkaian listrik.
7. Biaya total pembuatan alat Praktikum Fisika Listrik sebesar Rp. 478.000.

Gambar 6.1. Alat Praktikum Fiska Listrik

6.2. Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya adalah melakukan pengembangan alat Praktikum Fisika Listrik yang telah dibuat sehingga mampu untuk mengukur besaran listrik yang lain. Hal ini dapat melengkapi materi fisika listrik di dalam modul praktikum Fisika Listrik.

DAFTAR PUSTAKA

Aji, D. K. (2012). Perancangan Alat Potong Plastik Hasil Thermoforming Ketebalan 0,25mm. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Anam, M. C. (2008). Modul Elektronika. Pasuruan: SMP N 1 Pasuruan.

Cross, N. (1994). Engineering Design Methods (Ed. 2). New York: John Wiley & Sons Ltd.

Dieter, G. E. (2000). Engineering Design (Ed. 3). New York: McGraw-Hill.

Dym, C. L., & Little, P. (1999). Engineering Design: A Project-Based Introduction. New York: John Wiley & Sons Ltd.

Eversheim, W. (2009). Innovation Management for Technical Products. Berlin: Springer.

Ghufrani, M. S. (2010). Perancangan Alat Pengangkut Galon ke Dispenser dengan Pendekatan Metode Axiomatic Design. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Laksmi, A., Pratiwi, S. G., & Sudiarno, A. (2010). Perancangan Ulang Kompor Bioetanol dengan Pendekatan Metode Quality function Deployment (QFD) dan Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (TRIZ). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).

Nayatani, Y. (2000). Seven New QC Tools. Tokyo: 3A Corp.

Raharjo. (2005). Mengenal Komponen Elektronika. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Rantanen, K., & Domb, E. (2002). Simplified TRIZ New Problem-Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professionals. Florida: St. Lucie Press.

Tiafani, R., Desrianty, A., & Cacelia, S. W. (2013). Rancangan Perbaikan Alat Bantu Jalan Anak (Baby Walker) Menggunakan Metode Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, 3*(1), 1-10.

Ullman, David G. (1997). The Mechanical Design Process (Ed. 2). Singapore: McGraww-Hill.

Utomo, G.W. (2013). Perancangan dan Pembuatan Sprayer Pupuk Elektrik. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Tabel Matrik Kontradiksi

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Improved Feature	**1**	*Weight of Moving Object*	all	all	15, 18, 29, 34	all	29, 17, 38, 34	all	29, 2, 40, 28	all
	2	*Weight of Stationary Object*	all	all	all	10, 1, 29, 35	all	35, 30, 13, 2	all	5, 35, 14, 2
	3	*Length of Moving Object*	8, 15, 29, 34	all	all	all	15, 17, 4	all	7, 17, 4, 35	all
	4	*Length of Stationary Object*	all	35, 28, 40, 29	all	all	all	17, 7, 10, 40	all	35, 8, 2, 14
	5	*Area of Moving Object*	2, 17, 29, 4	all	14, 15, 18, 4	all	all	all	7, 14, 17, 4	all
	6	*Area of Stationary Object*	all	30, 2, 14, 18	all	26, 7, 9, 39	all	all	all	all
	7	*Volume of Moving Object*	2, 26, 29, 40	all	1, 7, 4, 35	all	1, 7, 4, 17	all	all	all
	8	*Volume of Stationary Object*	all	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	all	all	all	all
	9	*Speed*	2, 28, 13, 38	all	13, 14, 8	all	29, 30, 34	all	7, 29, 34	All
	10	*Force*	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37
	11	*Stress or Pressure*	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24
	12	*Shape*	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	all	14, 4, 15, 22	7, 2, 35
	13	*Stability of Object's Composition*	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40
	14	*Strength*	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15
	15	*Duration of Action by a Moving Object*	19, 5, 34, 31	all	2, 19, 9	all	3, 17, 19	all	10, 2, 19, 30	all

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Improved Feature	**16**	*Duration of Action by Stationary Object*	all	6, 27, 19, 16	all	1, 40, 35	all	all	all	35, 34, 38
	17	*Temperature*	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	2, 28, 36, 30
	18	*Illumination Intensity*	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	all	19, 32, 26	all	2, 13, 10	all
	19	*Use of Energy by Moving Object*	12, 18, 28, 31	all	12, 28	all	15, 19, 25	all	35, 13, 18	all
	20	*Use of Energy by Stationary Object*	all	19, 9, 6, 27	all	all	all	all	all	all
	21	*Power*	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37		19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25
	22	*Loss of Energy*	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7
	23	*Loss of Substance*	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 31
	24	*Loss of Information*	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16		2, 22
	25	*Loss of Time*	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18
	26	*Quantity of Substance / Quantity of Matter*	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	all	15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	All
	27	*Reliability*	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24
	28	*Measurement Accuracy*	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	all
	29	*Manufacturing Precision*	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	32, 23, 2	25, 10, 35
	30	*External Harm Affects The Object*	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27
	31	*Object-generated Harmful Factors*	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22	all	17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 40	30, 18, 35, 4

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Improved Feature	**32**	*Ease of Manufacture*	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 40	13, 29, 1, 40	35
	33	*Ease of Operation*	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12	all	1, 17, 13, 16	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 39, 31
	34	*Ease of Repair*	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 13, 32	16, 25	25, 2, 35, 11	1
	35	*Adaptability or Versatility*	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29	all
	36	*Device Complexity*	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16
	37	*Difficulty of Detecting and Measuring*	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39. 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31
	38	*Extend of Automation*	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 17, 28	23	17, 14, 13	all	35, 13, 16	all
	39	*Productivity*	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	10, 35, 17, 7	2, 6, 34, 10	35, 37, 10, 2

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Improved Feature	**1**	*Weight of Moving Object*	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35	all
	2	*Weight of Stationary Object*	all	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40	28, 2, 10, 27	all	2, 27, 19, 6
	3	*Length of Moving Object*	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	all
	4	*Length of Stationary Object*	all	28, 10	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26	all	1, 10, 35
	5	*Area of Moving Object*	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	all
	6	*Area of Stationary Object*	all	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	all	2, 38	40	all	2, 10, 19, 30
	7	*Volume of Moving Object*	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	all
	8	*Volume of Stationary Object*	all	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	all	35, 34, 38
	9	*Speed*	all	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5	all
	10	*Force*	13, 28, 15, 12	all	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19,2	all
	11	*Stress or Pressure*	6, 35, 36	36, 35, 21	all	35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27	all
	12	*Shape*	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	all	33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	all
	13	*Stability of Object's Composition*	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	all	17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23
	14	*Strength*	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35		27, 3, 26	all
	15	*Duration of Action by a Moving Object*	3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	all	all

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Improved Feature	**16**	*Duration of Action by Stationary Object*	all	all	all	all	39, 3, 35, 23	all	all	all
	17	*Temperature*	2, 28, 36, 30	35,10, 3, 21	35, 39, 19, 2	14, 22, 29, 32	1, 35, 32	10, 30, 22, 40	19, 13, 39	19, 18, 36, 40
	18	*Illumination Intensity*	10, 13, 19	26, 19, 6	all	32, 30	32, 3, 27	35, 19	2, 19, 6	all
	19	*Use of Energy by Moving Object*	8, 35,	16, 26, 21, 2	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18	all
	20	*Use of Energy by Stationary Object*	all	36, 37	all	all	27, 4, 29, 18	35	all	all
	21	*Power*	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 2, 40	35, 32, 15, 31	26, 10, 28	19, 35, 10, 38	16
	22	*Loss of Energy*	16, 35, 38	36, 38	all	all	14, 2, 39, 6	26	all	all
	23	*Loss of Substance*	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 18, 38
	24	*Loss of Information*	26, 32		all	all	all	all	10	10
	25	*Loss of Time*	all	10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18	28, 20, 10, 16
	26	*Quantity of Substance / Quantity of Matter*	35, 29, 34, 28	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40	14, 35, 34, 10	3, 35, 10, 40	3, 35, 31
	27	*Reliability*	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	all	11, 28	2, 35, 3, 25	34, 27, 6, 40
	28	*Measurement Accuracy*	28, 13, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 32	10, 26, 24
	29	*Manufacturing Precision*	10, 28, 32	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30, 40	30, 18	3, 27	3, 27, 40	all
	30	*External Harm Affects The Object*	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	35, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	22, 15, 33, 28	17, 1 40, 33
	31	*Object-generated Harmful Factors*	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 40, 27, 39	15, 35, 22, 2	15, 22, 33, 31	21, 39, 16, 22

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Improved Feature	**32**	*Ease of Manufacture*	35, 13, 8, 1	35, 12	35, 19, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 16
	33	*Ease of Operation*	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 35, 30	32, 40, 3, 28	29, 3, 8, 25	1, 16, 25
	34	*Ease of Repair*	34, 9	1, 11, 10	13	1, 13, 2, 4	2, 35	11, 1, 2, 9	11, 29, 28, 27	1
	35	*Adaptability or Versatility*	35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14	35, 3, 32, 6	13, 1, 35	2, 16
	36	*Device Complexity*	34, 10, 28	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19	2, 13, 28	10, 4, 28, 15	all
	37	*Difficulty of Detecting and Measuring*	3, 4, 16, 35	30, 28, 40, 19	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30	27, 3, 15, 28	19, 29, 39, 25	25, 34, 6, 35
	38	*Extend of Automation*	28, 10	2, 35	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1	25, 13	6, 9	all
	39	*Productivity*	all	28,15, 10, 36	10, 37, 14	14, 10, 34, 40	35, 3, 22, 39	29, 28, 10, 18	35, 10, 2, 18	20, 10, 16, 38

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Improved Feature	**1**	*Weight of Moving Object*	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	all	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35
	2	*Weight of Stationary Object*	28, 19, 32, 22	19, 32, 35	all	18, 19, 28, 1	15, 19, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35
	3	*Length of Moving Object*	10, 15, 19	32	8, 35, 24	all	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24
	4	*Length of Stationary Object*	3, 35, 38, 18	3, 25	all	all	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26
	5	*Area of Moving Object*	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	all	19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26
	6	*Area of Stationary Object*	35, 39, 38	all	all	all	17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16
	7	*Volume of Moving Object*	34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35	all	35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34,10	2, 22
	8	*Volume of Stationary Object*	35, 6, 4	all	all	all	30, 6	all	10, 39, 35, 34	all
	9	*Speed*	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	all	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26
	10	*Force*	35, 10, 21	all	19, 17, 10	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	all
	11	*Stress or Pressure*	35, 39, 19, 2	all	14, 24, 10, 37	all	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37	all
	12	*Shape*	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14	all	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	all
	13	*Stability of Object's Composition*	35, 1, 32	32, 3, 27, 16	13, 19	27, 4, 29, 18	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	all
	14	*Strength*	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35	10, 26, 35, 28	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	all
	15	*Duration of Action by a Moving Object*	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	all	19, 10, 35, 38	all	28, 27, 3, 18	10

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Improved Feature	**16**	*Duration of Action by Stationary Object*	19, 18, 36, 40	all	all	all	16	all	27, 16, 18, 38	10
	17	*Temperature*	all	32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17	all	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31	all
	18	*Illumination Intensity*	32, 35, 19	all	32, 1, 19	32, 35, 1, 15	32	13, 16, 1, 6	13, 1	1,6
	19	*Use of Energy by Moving Object*	19, 24, 8, 14	2, 15, 19	all	all	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	all
	20	*Use of Energy by Stationary Object*	all	19, 2, 35, 32	all	all	all	all	28, 27, 18, 31	all
	21	*Power*	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37	all	all	10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19
	22	*Loss of Energy*	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	all	all	3, 38	all	35, 27, 2, 37	19, 10
	23	*Loss of Substance*	21, 36, 39,31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 37	19, 10	10, 18
	24	*Loss of Information*	all	19	all	all	10, 19	19, 10	all	all
	25	*Loss of Time*	35, 29, 21, 18	1, 19, 26, 17	35, 38, 19, 18	1	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32
	26	*Quantity of Substance / Quantity of Matter*	3, 17, 39	all	34, 29, 16, 18	3, 35, 31	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35
	27	*Reliability*	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28
	28	*Measurement Accuracy*	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32	all	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	all
	29	*Manufacturing Precision*	19, 26	3, 32	32, 2	all	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	all
	30	*External Harm Affects The Object*	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2
	31	*Object-generated Harmful Factors*	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 18	2, 35, 18	21, 35, 2, 22	10, 1, 34	10, 21, 29

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Improved Feature	**32**	*Ease of Manufacture*	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16
	33	*Ease of Operation*	26, 27, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24	all	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22
	34	*Ease of Repair*	4, 10	15, 1, 13	15, 1, 28, 16	all	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27	all
	35	*Adaptability or Versatility*	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13	all	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	all
	36	*Device Complexity*	2, 17, 13	24, 17, 13	27, 2, 29, 28	all	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	all
	37	*Difficulty of Detecting and Measuring*	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16	18, 1, 16,10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10, 24	35, 33, 27, 22
	38	*Extent of Automation*	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 13	all	28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33
	39	*Productivity*	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23	13, 15, 23

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
Improved Feature	**1**	*Weight of Moving Object*	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	1, 3, 11, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36
	2	*Weight of Stationary Object*	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9
	3	*Length of Moving Object*	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29, 40	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17
	4	*Length of Stationary Object*	30, 29, 14	all	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 16	all	15, 17, 27
	5	*Area of Moving Object*	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24
	6	*Area of Stationary Object*	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16
	7	*Volume of Moving Object*	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	11, 2, 40, 1	29, 1, 40
	8	*Volume of Stationary Object*	35, 16, 32, 18	35, 3	2, 35, 16	all	35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35
	9	*Speed*	all	10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 35, 21	35, 13, 8, 1
	10	*Force*	10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1
	11	*Stress or Pressure*	37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18,	1, 35, 16
	12	*Shape*	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28
	13	*Stability of Object's Composition*	35, 27	15, 32, 35	all	13	18	35, 24, 30, 18	35, 40, 27, 39	35, 19
	14	*Strength*	29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32
	15	*Duration of Action by a Moving Object*	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
Improved Feature	**16**	*Duration of Action by Stationary Object*	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24	all	17, 1, 40, 33	22	35, 10
	17	*Temperature*	35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27
	18	*Illumination Intensity*	19, 1, 26, 17	1, 19	all	11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26
	19	*Use of Energy by Moving Object*	35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	all	1, 35, 6, 27	2, 35, 6	28, 26, 30
	20	*Use of Energy by Stationary Object*	all	3, 35, 31	10, 36, 23	all	all	10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4
	21	*Power*	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34
	22	*Loss of Energy*	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32	all	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	all
	23	*Loss of Substance*	15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 40	10, 1, 34, 29	15, 34, 33
	24	*Loss of Information*	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23	all	all	22, 10, 1	10, 21, 22	32
	25	*Loss of Time*	all	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4
	26	*Quantity of Substance / Quantity of Matter*	35, 38, 18, 16	all	18, 3, 28, 40	13, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27
	27	*Reliability*	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	all	32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2, 4	35, 2, 40, 26	all
	28	*Measurement Accuracy*	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	all	all	28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18
	29	*Manufacturing Precision*	32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1	all	all	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	all
	30	*External Harm Affects The Object*	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	all	all	24, 35, 2
	31	*Object-generated Harmful Factors*	1, 2	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 14, 26	all	all	all

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature							
	No	**Feature**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
Improved Feature	**32**	*Ease of Manufacture*	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24		1, 35, 12, 18	all	24, 2	all	all
	33	*Ease of Operation*	4, 28, 10, 34	12, 35	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39	all	2, 5, 12
	34	*Ease of Repair*	32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	35,10, 2, 16	all	1, 35, 11, 10
	35	*Adaptability or Versatility*	35, 28	3, 35, 15	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10	all	35, 11, 32, 31	all	1, 13, 31
	36	*Device Complexity*	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 1	2, 26, 10, 34	26, 24, 32	22, 19, 29, 40	19, 1	27, 26, 1, 13
	37	*Difficulty of Detecting and Measuring*	18, 28, 32, 9	3, 27, 29, 18	27, 40, 28, 8	26, 24, 32, 28	all	22, 19, 29, 28	2, 21	5, 28, 11, 29
	38	*Extend of Automation*	24, 28, 35, 30	35, 13	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 33	2	1, 26, 13
	39	*Productivity*	all	35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	18, 10, 32, 1	22, 35, 13, 24	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature						
	No	**Feature**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**
Improved Feature	**1**	*Weight of Moving Object*	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 21	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37
	2	*Weight of Stationary Object*	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35
	3	*Length of Moving Object*	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	1, 19, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29
	4	*Length of Stationary Object*	2, 25	3	1, 35	1, 26	26	all	30, 14, 7, 26
	5	*Area of Moving Object*	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30, 28, 23	10, 26, 34, 2
	6	*Area of Stationary Object*	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7
	7	*Volume of Moving Object*	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34
	8	*Volume of Stationary Object*	all	1	all	1, 31	2, 17, 26		35, 37, 10, 2
	9	*Speed*	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	all
	10	*Force*	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37
	11	*Stress or Pressure*	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37
	12	*Shape*	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 34, 10
	13	*Stability of Object's Composition*	32, 35, 30	2, 15, 10, 16	15, 30, 34, 2	2, 15, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3
	14	*Strength*	32, 40, 25, 2	27, 11, 3	15, 3, 32	2, 13, 25, 28	27, 3, 15, 40	15	29, 35, 10, 14
	15	*Duration of Action by a Moving Object*	12, 27	29, 10, 27	1, 35, 13	10, 4, 29, 15	19, 29, 39, 35	6, 10	35, 17, 14, 19

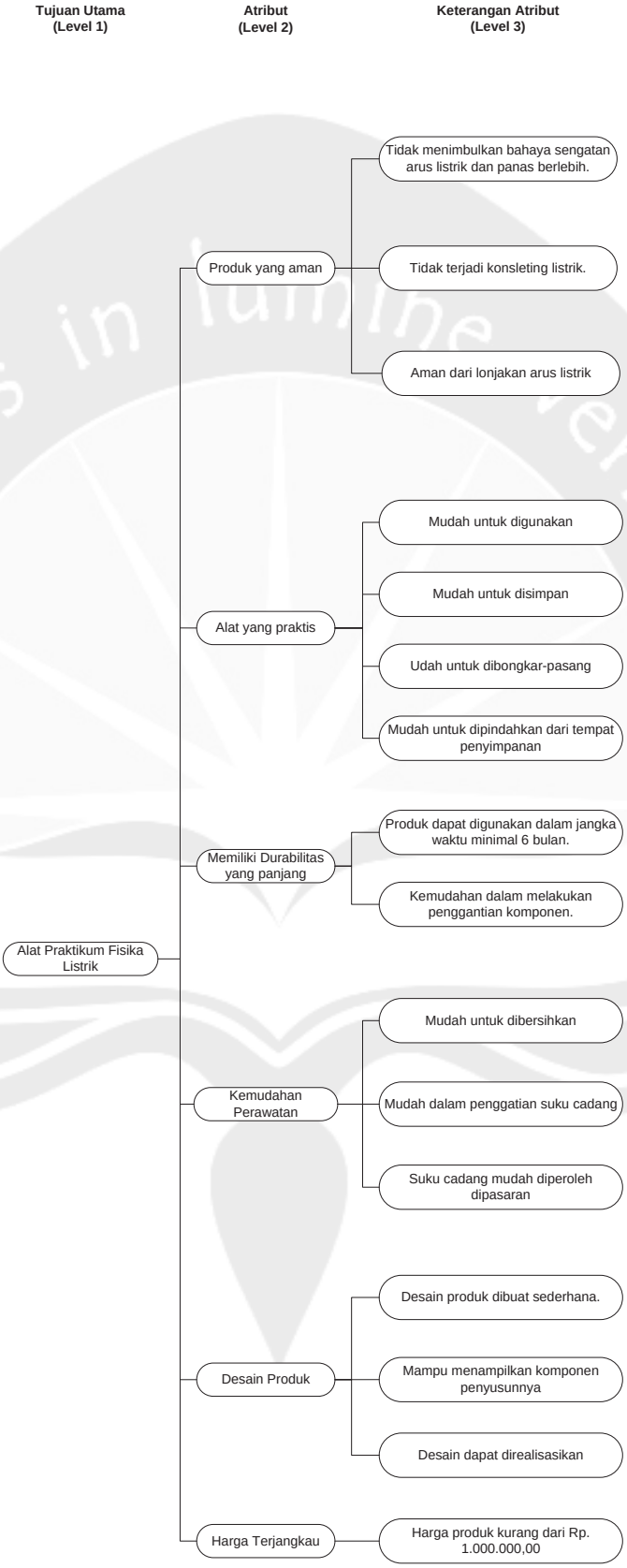
Lampiran 1: Lanjutan

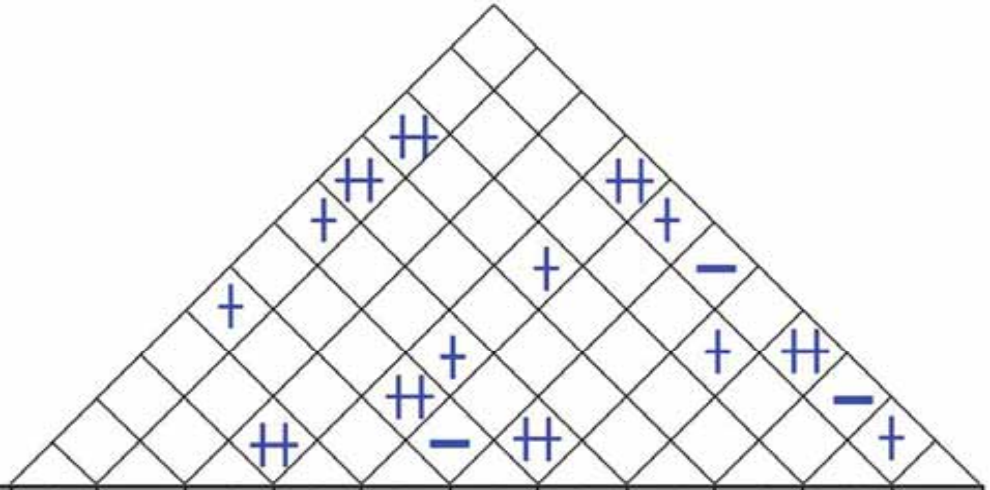
			Worsened Feature						
	No	**Feature**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**
Improved Feature	**16**	*Duration of Action by Stationary Object*	1	1	2	all	25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38
	17	*Temperature*	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	26, 2, 19, 16	15, 28, 35
	18	*Illumination Intensity*	28, 26, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16
	19	*Use of Energy by Moving Object*	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35
	20	*Use of Energy by Stationary Object*	all	all	all	all	19, 35, 16, 25	all	1, 6
	21	*Power*	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34
	22	*Loss of Energy*	35, 32, 1	2, 19	all	7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35
	23	*Loss of Substance*	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27,	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23
	24	*Loss of Information*	27, 22	all	all	all	35, 33	35	13, 23, 15
	25	*Loss of Time*	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 10	all
	26	*Quantity of Substance / Quantity of Matter*	35, 29, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27
	27	*Reliability*	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38
	28	*Measurement Accuracy*	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32
	29	*Manufacturing Precision*	1, 32, 35, 23	25, 10	all	26, 2, 18	all	26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39
	30	*External Harm Affects The Object*	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 40	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24
	31	*Object-generated Harmful Factors*	all	all	all	19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39

Lampiran 1: Lanjutan

			Worsened Feature						
	No	**Feature**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**
Improved Feature	**32**	*Ease of Manufacture*	2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28
	33	*Ease of Operation*	all	12, 26, 1, 32	15, 34, 1, 16	32, 26, 12, 17	all	1, 34, 12, 3	15, 1, 26
	34	*Ease of Repair*	1, 12, 26, 15	all	7, 1, 4, 16	35, 1, 13, 11	all	34, 35, 7, 13	1, 32, 10
	35	*Adaptability or Versatility*	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4	all	15, 29, 37, 28	all	27, 34, 35	35, 28, 6, 37
	36	*Device Complexity*	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37	all	15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28
	37	*Difficulty of Detecting and Measuring*	2, 5	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28	all	34, 21	35, 18
	38	*Extend of Automation*	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35	15, 24, 10	34, 27, 25	all	5, 12, 35, 26
	39	*Productivity*	1, 28, 7, 10	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24	35, 18, 27, 2	5, 12, 35, 26	all

Lampiran 2: Diagram Pohon Hasil *Brainstorming*

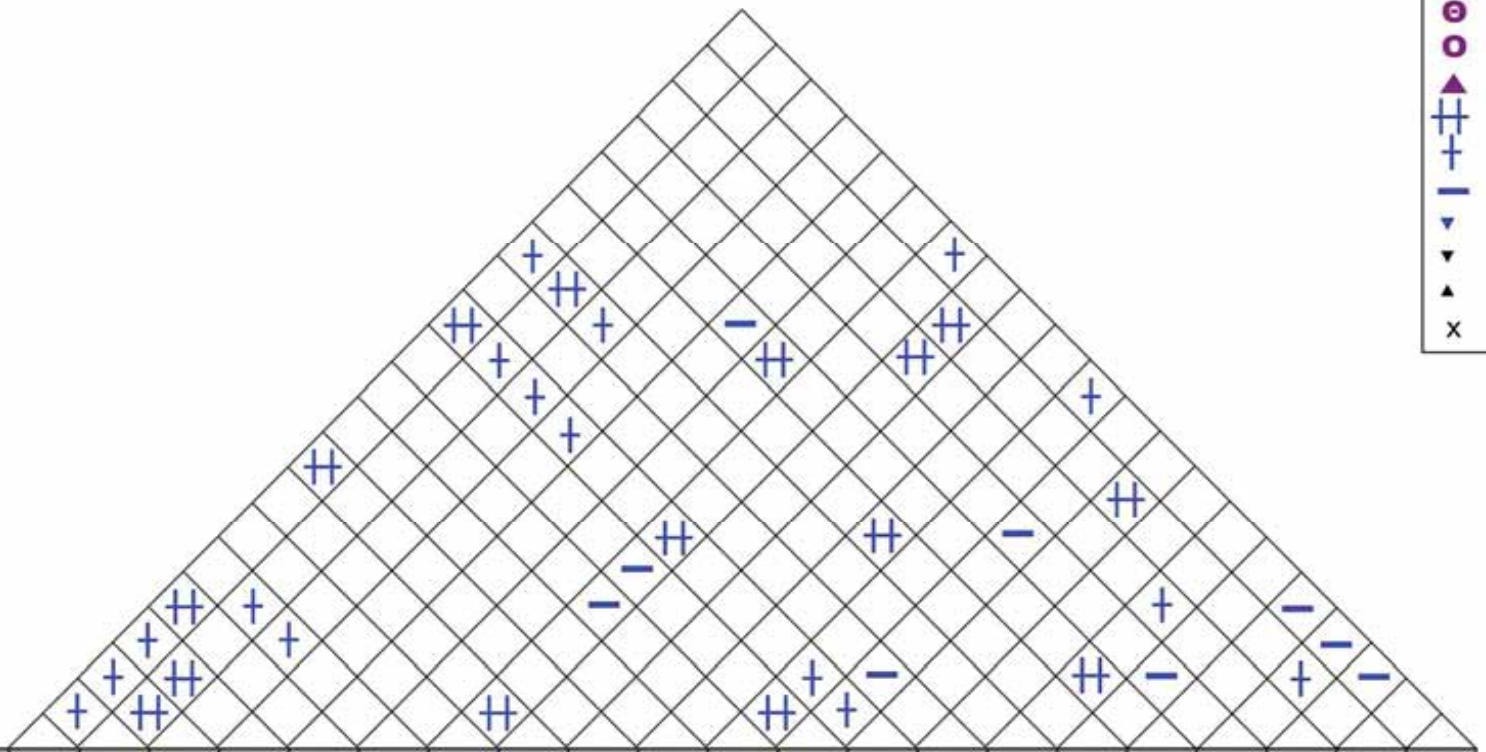




Legend

⊙	Strong Relationship
○	Moderate Relationship
△	Weak Relationship
++	Strong Positive Correlation
+	Positive Correlation
−	Negative Correlation
▼	Strong Negative Correlation
▼	Objective Is To Minimize
▲	Objective Is To Maximize
X	Objective Is To Hit Target

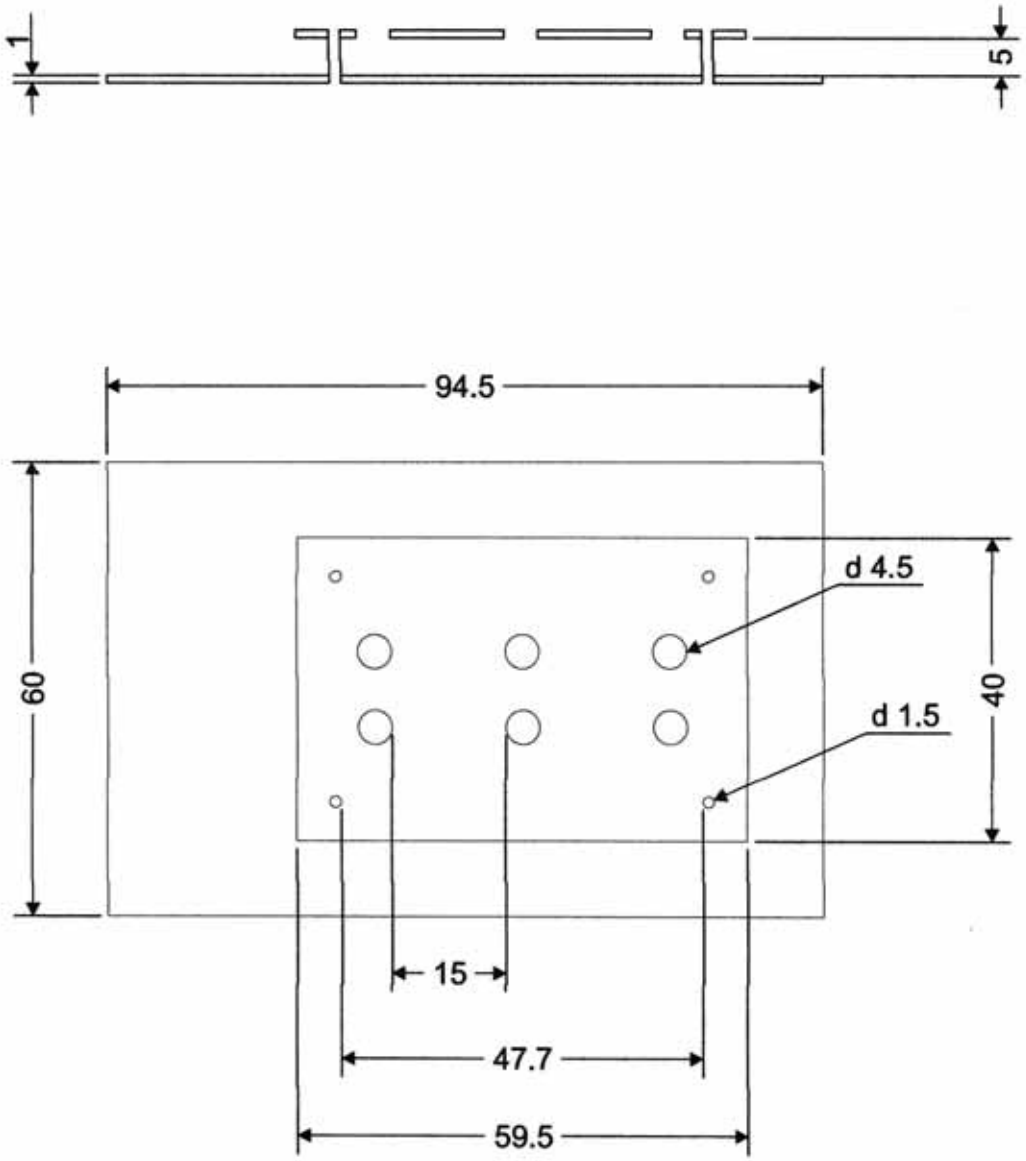
Row #	Technical Requirement / Customer Requirement	Column #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Important to Customer	Customer and Competitive Satisfaction Performance	Goal	Improvement ratio	Raw Weight	Normalized Raw Weight
	Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)		▼	▼	▲	X	▼	▲	▼	▲	X	▼	▼						
1	Produk yang aman.		⊙	⊙	⊙	○	⊙							5	5	5	1	5	12,79%
2	Alat yang praktis.		○		○	⊙	⊙	○	○	○	○	○		5	4	5	1,25	6,25	15,99%
3	Memiliki durabilitas yang panjang.					○		⊙	○	○				4	4	4	1	4	10,23%
4	Kemudahan perawatan.						○		⊙	⊙				5	2	5	2,5	12,5	31,98%
5	Desain produk		○		○		○				⊙	⊙		4	3	4	1,33	5,33	13,65%
6	Harga terjangkau		○			⊙	○	⊙		⊙		○	⊙	4	2	3	1,5	6	15,35%
	Target		Logam dalam material 0%.	Maksimal 12 Volt DC	Jarak antar komponen 3-5 cm.	Bentuk 100% Simetris	Maksimum berat total peralatan 5 kg.	Umur produk minimal 6 bulan.	Jumlah skrap 0%.	Minimal 3 toko yang menjual suku cadang di Yogyakarta.	Tingkat transparansi 100%	Waktu pembuatan peralatan kurang dari 1 minggu.	Maksimal harga pembuatan Rp. 1.000.000,00.						



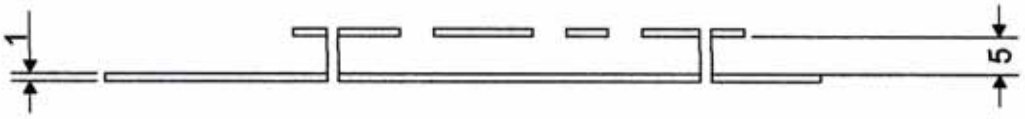
Legend

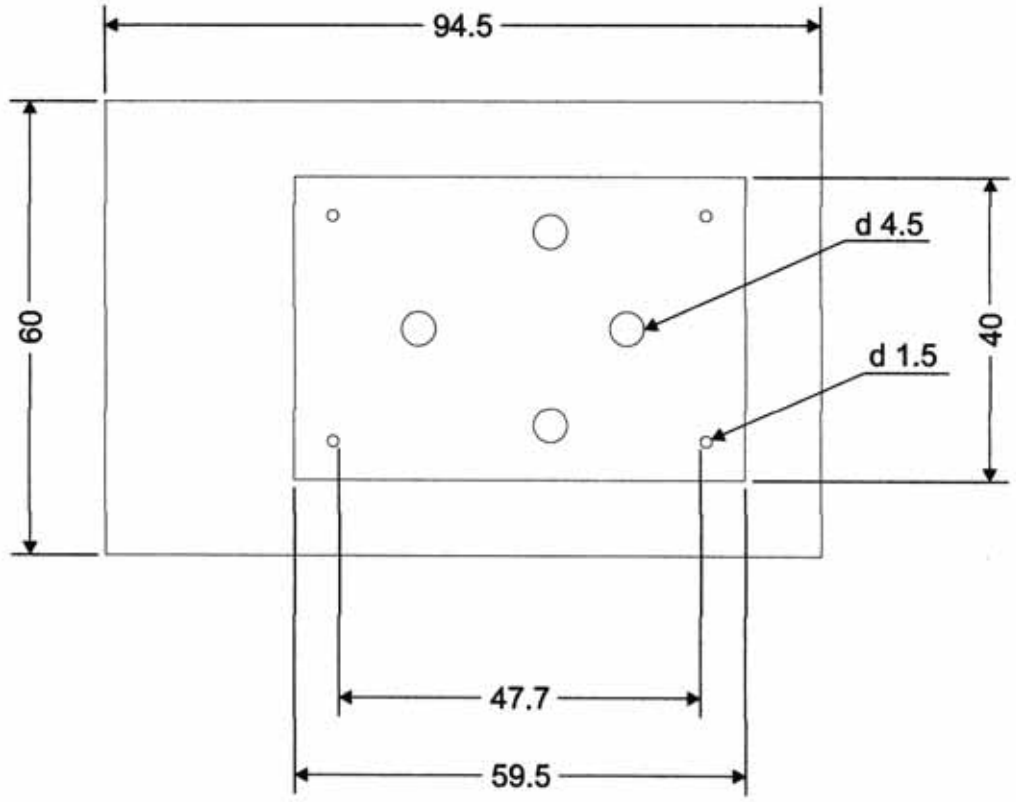
- Strong Relationship
- Moderate Relationship
- Weak Relationship
- Strong Positive Correlation
- Positive Correlation
- Negative Correlation
- Strong Negative Correlation
- Objective Is To Minimize
- Objective Is To Maximize
- Objective Is To Hit Target

Row #	Customer Requirement \ Technical Requirement	1 Berat alat	2 Panjang (dimensi) alat	3 Luas permukaan alat	4 Volume alat	5 Kekuatan bahan dan komponen alat	6 Bentuk alat	7 Stabilitas komposisi penyusun	8 Umur alat	9 Penggunaan energi untuk operasional alat	10 Daya listrik untuk pengoperasian alat	11 Hilangnya bahan dan komponen penyusun alat	12 Hilangnya informasi	13 Jumlah komponen penyusun	14 Akurasi pengukuran	15 Presisi manufaktur	16 Bahaya yang dihasilkan alat	17 Kemudahan pembuatan alat	18 Kemudahan pengoperasian	19 Kemudahan perbaikan	20 Kemampuan beradaptasi	21 Kompleksitas alat	Important to Customer	Customer and Competitive Satisfication Performance	Goal	Improvement ratio	Raw Weight	
	Column #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21						
	Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)	▼	▼	▼	▼	▲	x	▲	▲	▼	x	▼	▼	▼	▲	▲	▼	▲	▲	▲	▲	▼						
1	Produk yang aman.	⊖									⊖						⊖						5	5	5	1	5	1
2	Alat yang praktis.	⊖	⊖	O	O		O		O	⊖			O	O	⊖		O		⊖	⊖	⊖	⊖	5	4	5	1,25	6,25	1
3	Memiliki durabilitas yang panjang.					⊖		⊖	⊖			⊖	O							⊖	O		4	4	4	1	4	1
4	Kemudahan perawatan.	O	O	O			O	O		⊖		O	O	⊖			O			⊖		⊖	5	2	5	2,5	12,5	3
5	Desain produk		⊖	O	O		⊖							⊖		⊖	O	⊖				⊖	4	3	4	1,33	5,33	1
6	Harga terjangkau											⊖		⊖				⊖		⊖			4	2	3	1,5	6	1
	Target	Maksimal 5 kg.	Maksimal 35x25x20 cm.	Maksimal 875 cm persegi.	Maksimal 17.5 liter.	Mampu bertahan selama 6 bulan.	untuk yang simetris.	Komponen dapat bertahan minimal selama 6 bulan.	Minimal 6 bulan.	Energi yang digunakan maksimal 2500 kalori.	maksimal 12 Volt DC.	Tingkat hilangnya maksimal 0% selama 6 bulan	Tingkat hilangnya informasi maksimal 0% selama 6 bulan	Maksimal 100 komponen.	Tingkat toleransi kesalahan sebesar 10%.	Tingkat kesesuaian manufaktur terhadap desain sebesar 100%	Tingkat bahaya sebesar 0%.	Maksimal waktu pembuatan selama 1 minggu.	Maksimal waktu pemahaman dan persiapan 15 menit	Maksimal waktu perbaikan selama 15 menit.	Maksimal waktu pemahaman dan persiapan 15 menit	Jumlah komponen penyusun maksimal 100 komponen.					



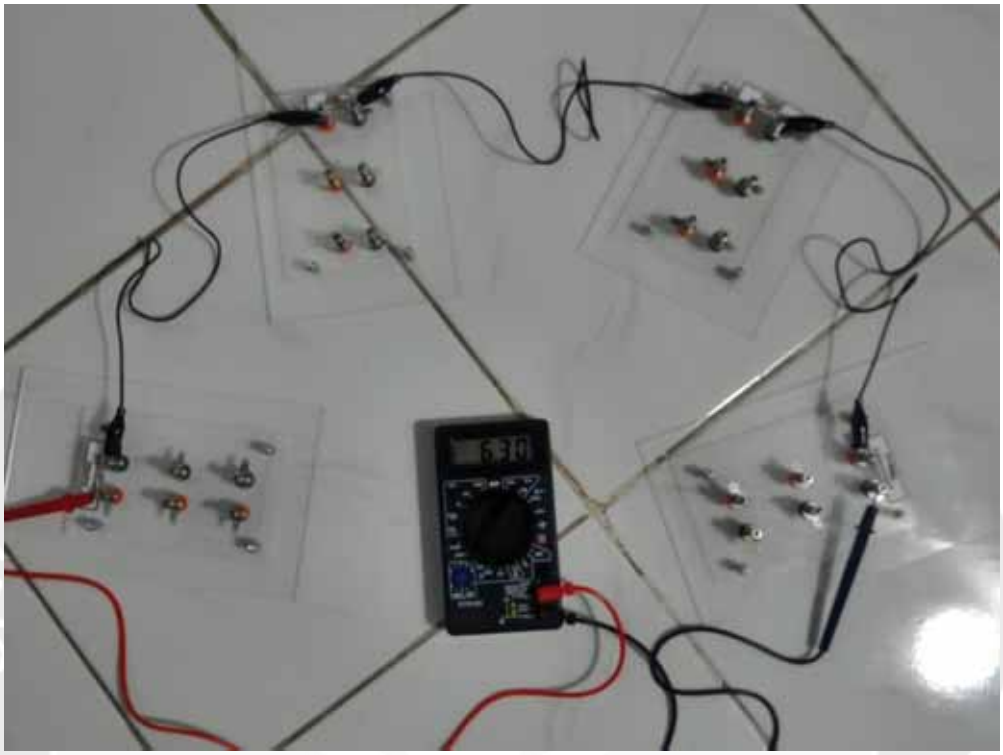
Revision Index	Drawn by :Hendra Suryawan	Scale : 1 : 2	
	Reg. Nr :10 06 06148	Unit : mm	
	Date :20-06-2014	Material: Acrylic	
	Checked by :Baju Bawono	Sign :	
	A4	Papan Rangkaian	
INDUSTRIAL ENGINEERING UAJY		Operation	Dwg. Nr.
Origin.	Rep.	Rep. by.	SN.





Revision Index	Drawn by :Hendra Suryawan	Scale : 1 : 2	
	Reg. Nr :10 06 06148	Unit : mm	
	Date :20-06-2014	Material: Acrylic	
	Checked by :Baju Bawono	Sign :	
	A4	Papan Potensiometer	
INDUSTRIAL ENGINEERING UAJY		Operation	Dwg. Nr.
Origin.	Rep.	Rep. by.	SN.

Lampiran 7: Contoh Susunan Rangkaian Listrik dengan Alat Praktikum Fisika Listrik



Lampiran 8: Nota Pembelian dan Permesinan Komponen

TOKO LIMA SATU Jl.P.Diponegoro 51 Yogyakarta Telp. 514177/520660

Nota : 390137
Tanggal : 12-05-14

Kepada Yth.
51 ECERAN

Printed: 12-05-14/16:20

Hal: 1

No.	Nama Barang	Qty.	Hrg.Jual	Jumlah
1.	023596 SOLDIR DEKKO DS40N/40W	1,00	40.000	40.000
2.	013328 MULTITESTER DIGITAL MASDA 830B	1,00	39.500	39.500
3.	015544 CAPIT BUAYA @ KECIL+KABEL[1PACK=10X]	6,00	1.950	11.700
4.	002685 JECK BANANA KEMBANG+BAUT	3,00	1.500	4.500
5.	016265 CONTRA JECK BANANA KECIL	3,00	1.250	3.750
6.	017752 SPESER BESI PENDEK METALIC	8,00	650	5.200
7.	022547 EMAIL 0.45MM [M]	5,00	750	3.750
8.	010582 SK POWER MINI 2PIN ON-OFF U/	1,00	1.750	1.750
9.	003658 POTENSIO MONO AB 50K[1PACK=100PCS]	1,00	1.650	1.650
10.	012663 LED SUPER BRIGHT BIRU 5MM TDK BISA	3,00	750	2.250

Checker: 014 Pengirim: Total = 114.050

Penerima,

(. . . . .)

Spektra

No. Nota : 14T06488
Yogyakarta, 16 Mei 2014
Kepada Yth HENDRA SURYAWAN
Setran Sumberarum Moyudan
Yogyakarta

NOTA PENJUALAN

Telah Diterima

	Pj.	Lb.	Qty		Harga	Disc
1. Flatbed-Cutting Laser Syste			3	PCS_CUTT LASER		
2. Media Flatbed Acrylic bening			1	20X25_BENING 2MM		

DIBAYAR
17 MAY 2014

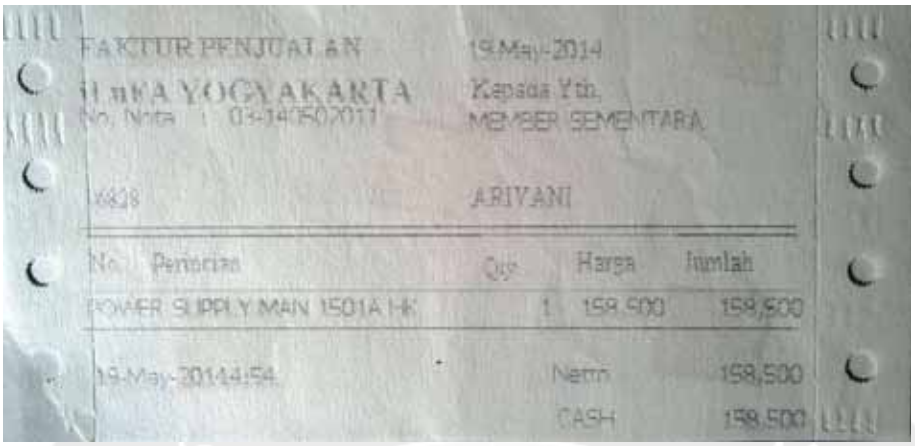
SubTotal

Total
Uang Muka
Dibayar
Kurang

Penerima

Kasir

Lampiran 8: Lanjutan



FAKTUR PENJUALAN
ANEKA YOGYAKARTA
No. Nota : 03-140502011

19-May-2014
Kepada Yth.
MEMBER SEMENTARA

ARIVANI

No.	Penerima	Qty	Harga	Jumlah
	POWER SUPPLY MAIN 1501A HK	1	158.500	158.500

19-May-2014 14:54

Netto 158.500
CASH 158.500

TOKO LIMA SATU Jl.P.Diponegoro 51 Yogyakarta Telp. 514177/520660

Nota : 391802
Tanggal : 26-05-14

Kepada Yth.
51 ECERAN

Printed: 26-05-14/15:25 Hal: 1

No.	Nama Barang	Qty.	Hrg.Jual	Jumlah
1.	015849 KAWAT NIKELIN 0.3MM	1,00	2.500	2.500
2.	011679 KABEL 1X0.6 OYAMA MERAH INTERCOM	1,00	600	600
3.	015544 CAPIT BUAYA @ KECIL+KABEL[1PACK=10X]	10,00	1.850	18.500
4.	017752 SPESER BESI PENDEK METALIC	12,00	650	7.800
5.	012663 LED SUPER BRIGHT BIRU 5MM TDK BISA	3,00	750	2.250

Checker: 010 Pengirim: Total = 31.650

Penerima,

ANEKA ELEKTRONIKA
"NGIJON JAYA"
SIMPANG TIGA / KULON PASAR NGIJON
TELP. (0274) 7414888

Tgl. 27/05 20 14
Tuan
Toko

SEDIA :
ALAT ELECTRONICS - ALAT-ALAT LISTRIK, ALAT TEKNIK, MUR BAUT

Banyak nya	NAMA BARANG	HARGA	JUMLAH
9 pang	Dark barang	1.500	13.500
9 pang	contra barang	1.500	13.500
	komporen		1.000

Barang-barang yang sudah dibeli tidak dapat dikembalikan/ditukar

Jumlah Rp. 28.000

Terima Kasih

Lampiran 8: Lanjutan

Spektra

No. Nota : 14T07021
Yogyakarta, 26 Mei 2014
Kepada Yth, HENDRA SURYAWAN
Setran Sumberarum Moyudan
Yogyakarta

NOTA PENJUALAN

Telah Diterima
Page 1 of 1

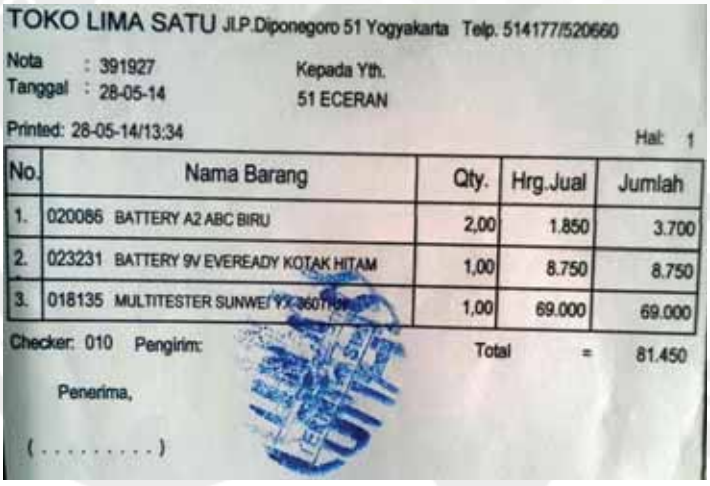
	Pj.	Lb.	Qty		Harga	Disc	
1. Flatbed-Cutting Laser Syste			5	PC3_CUTT LASER	3,500		17,500
2. Media Flatbed Acrylic beting			1	43X24_BENING2MM	18,576		18,600

SubTotal 36,100

Total 36,100
Uang Muka 36,100
Dibayar 0
Kurang 0

Penerima

Kasir



TOKO LIMA SATU JLP.Diponegoro 51 Yogyakarta Telp. 514177/520660

Nota : 391927
Tanggal : 28-05-14

Kepada Yth.
51 ECERAN

Printed: 28-05-14/13:34

Hal: 1

No.	Nama Barang	Qty.	Hrg.Jual	Jumlah
1.	020086 BATTERY A2 ABC BIRU	2,00	1.850	3.700
2.	023231 BATTERY 9V EVEREADY KOTAK HITAM	1,00	8.750	8.750
3.	018135 MULTITESTER SUNWE/ YX-360TRF	1,00	69.000	69.000

Checker: 010 Pengirim: Total = 81.450

Penerima,

(. . . . .)

PT. LOTI SURYA ADITAMA (TOKO) 060)
Supermarket & Dept. Store
JL. SUNYOTONO 29 YOGYAKARTA
NPWP : 02.104.260.1-541.000
TELP 0274-566869,563426

30-05-14 17:50 KASIR PLASTIK 1---
0001-172-14053000000 EVI

8JC9621 TOOL BOX CLASIC 13 BM	37.000
8045831 MULTI ORGANIZER 125:P	14.250
8058851 ICE BALL TRAY 607:P	6.300
TOTAL : Rp.	57.550
T U N A I : Rp.	110.000
K E M B A L I A N : Rp.	52.450

Item:3 . Qty :3

STKP :	0
DPP/DPP :	62.318
PPN :	5.232

TERIMA KASIH ATAS KUNJUNGAN ANDA
BARANG KENA PAJAK SUDAH TERMASUK PPN
MAAF, BARANG YANG SUDAH DIBELI
TIDAK DAPAT DIKEMBALIKAN ATAU DITUKAR

Lampiran 9: Modul Praktikum Fisika Listrik

MODUL PRAKTIKUM FISIKA LISTRIK

LABORATORIUM FISIKA DASAR DAN MATERIAL TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2014

1. Tujuan Praktikum

a. Mengetahui jenis-jenis dan fungsi komponen dasar listrik.
b. Mampu mengetahui dan membuat macam-macam rangkaian listrik.
c. Mampu menggunakan alat ukur untuk listrik (Multimeter).
d. Mampu melakukan pengukuran dasar listrik (Volt, Ohm, dan Ampere)

2. Dasar Teori

Pada masa sekarang listrik sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Listrik diperoleh dari generator pembangkit listrik. Generator mengubah energi mekanis (gerak) menjadi energi listrik. Adanya perpindahan energi dalam suatu rangkaian akan membangkitkan medan listrik (elektro magnetik) sehingga timbullah apa yang disebut dengan arus listrik.

2.1. Arus Listrik

Arus listrik adalah mengalirnya elektron secara terus menerus dan berkesinambungan pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere.

Arus listrik di bagi menjadi 2, yaitu arus listrik searah (DC) dan arus listrik bolak-balik. Arus listrik searah (*direct current* atau DC) adalah aliran elektron dari suatu titik yang energi potensialnya tinggi ke titik lain yang energi potensialnya lebih rendah. Sumber arus listrik searah adalah baterai dan panel surya. Arus listrik searah biasanya mengalir pada sebuah konduktor. Arus listrik searah kondisinya lebih stabil dibandingkan arus listrik bolak-balik sehingga lebih banyak digunakan untuk menghidupkan peralatan elektronik.

Arus bolak-balik (*alternating current* atau AC) adalah arus listrik dimana besarnya dan arahnya arus berubah-ubah secara bolak-balik. Arus listrik bolak-balik dapat ditemui dalam penyaluran listrik dari PLN ke rumah atau kantor.

2.2. Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt.

Rumus tegangan listrik yaitu:

$$V = I \times R$$

Keterangan:

V : Beda potensial pada kedua ujung rangkaian. (Volt atau V)

I : Kuat arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian. (Ampera atau A)

R : Besarnya hambatan dalam sebuah rangkaian. (Ohm atau Ω)

2.3. Resistansi/Hambatan Listrik

Hambatan listrik adalah perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatinya. Hambatan listrik yang mempunyai satuan Ohm dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{V}{I}$$

Keterangan:

R : Besarnya hambatan dalam sebuah rangkaian. (Ohm atau Ω)

V : Beda potensial pada kedua ujung rangkaian. (Volt atau V)

I : Kuat arus listrik yang mengalir pada sutu rangkaian. (Ampere atau A)

Hambatan dapat disusun secara seri maupun paralel di dalam sebuah rangkaian. Di dalam rangkaian tersebut terdapat lebih dari satu komponen penyusunnya. Berikut merupakan rumus untuk menghitung nilai hambatan total di dalam rangkaian seri.

$$R_{Total} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n$$

Berikut merupakan rumus untuk menghitung nilai hambatan total di dalam rangkaian paralel.

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

Keterangan:

R_{Total} : Hambatan total (ohm)

R_1 : Hambatan pertama (ohm)

R_2 : Hambatan kedua (ohm)

R_3 : Hambatan ketiga (ohm)

R_n : Hambatan ke n (ohm)

2.4. Rangkaian Listrik

Rangkaian Listrik adalah interkoneksi dari sekumpulan elemen atau komponen penyusunnya ditambah dengan rangkaian penghubungnya disusun dengan cara-cara tertentu dan minimal memiliki satu lintasan tertutup. Dalam rangkain listrik ada tiga rangkaian yang sering dijumpai yaitu rangkain seri, rangkaian paralel, dan rangkaian campuran. Rangkaian seri adalah salah satu rangkaian listrik yang disusun secara sejajar (seri). Rangkaian Paralel adalah salah satu rangkaian listrik yang disusun secara berderet (paralel). Rangakain listrik paralel adalah suatu rangkaian listrik, di mana semua input komponen berasal dari sumber yang sama. Semua komponen satu sama lain tersusun paralel. Hal inilah yang menyebabkan susunan paralel dalam rangkaian listrik menghabiskan biaya yang lebih banyak (kabel penghubung yang diperlukan lebih banyak). Selain kelemahan tersebut, susunan paralel memiliki kelebihan tertentu dibandingkan susunan seri. Adapun kelebihannya adalah jika salah satu komponen dicabut atau rusak, maka komponen yang lain tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Gabungan antara rangkaian seri dan rangkaian paralel disebut rangkaian seri-paralel (kadang disebut sebagai rangkaian campuran atau rangkaian kombinasi).

2.5. Komponen Elektronika

2.5.1. Resistor

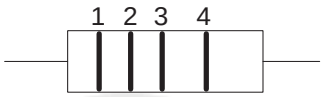
Resistor atau hambatan, berfungsi untuk menghambat arus listrik yang melewatinya. Semakin besar nilai resistansi sebuah resistor yang dipasang, semakin kecil arus yang mengalir. Satuan nilai resistansi suatu resistor adalah Ohm diberi lambang huruf R.

Ada dua macam resistor yang dipakai, yaitu resistor variabel dan resistor tetap. Resistor tetap merupakan resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Apabila pengaturan dilakukan dengan tangan operator secara langsung (ada pemutar) dinamakan potensiometer. Apabila pengaturan dilakukan dengan obeng dinamakan *trimmer* potensiometer (trimpot).

Resistor tetap adalah resistor yang mempunyai nilai hambatan yang tetap. Biasanya terbuat dari karbon, kawat atau paduan logam. Nilai hambatannya ditentukan oleh tebalnya dan panjangnya lintasan karbon.

Kode warna pada resistor menyatakan harga resistansi dan toleransinya. Semakin kecil nilai toleransi suatu resistor adalah semakin baik. Pada umumnya

resistor memiliki 4 gelang warna. Untuk membaca nilai resistensi pada resistor dapat menggunakan tabel gelang warna.



Gambar 2.1. Resistor Dengan 4 Gelang Warna

Tabel 2.1. Kode Warna Pada Resistor 4 Gelang Warna

Warna	Gelang 1 (Angka Pertama)	Gelang 2 (Angka Kedua)	Gelang 3 (Faktor Pengali)	Gelang 4 (Toleransi)
Hitam	-	0	1	-
Coklat	1	1	10^1	1
Merah	2	2	10^2	2
Oranye	3	3	10^3	3
Kuning	4	4	10^4	4
Hijau	5	5	10^5	5
Biru	6	6	10^6	6
Ungu	7	7	10^7	7
Abu-abu	8	8	10^8	9
Putih	9	9	10^9	9
Emas	-	-	10^{-1}	5
Perak	-	-	10^{-2}	10
Tanpa Warna	-	-	10^{-3}	20

2.5.2. Dioda

Dioda atau diode adalah sambungan bahan p-n yang berfungsi sebagai penyearah. Bahan tipe-p akan menjadi sisi anode sedangkan bahan tipe-n akan menjadi katode. Bergantung pada polaritas tegangan yang diberikan kepadanya, Diode bisa berlaku sebagai sebuah saklar tertutup (apabila bagian anode mendapatkan tegangan positif sedangkan katodenya mendapatkan tegangan negatif) dan berlaku sebagi saklar terbuka (apabila bagian anode mendapatkan tegangan negatif sedangkan katode mendapatkan tegangan positif). Macam-macam diode yaitu Light Emmiting Dioda (LED), diode foto, diode laser, dan lain lain

2.5.3. Saklar

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya. Jadi saklar pada dasarnya adalah alat

penyambung atau pemutus aliran listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronika arus lemah. Secara sederhana, saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (on) atau putus (off) dalam rangkaian itu. Material kontak sambungan umumnya dipilih agar supaya tahan terhadap korosi. Kalau logam yang dipakai terbuat dari bahan oksida biasa, maka saklar akan sering tidak bekerja. Untuk mengurangi efek korosi ini, paling tidak logam kontaknya harus disepuh dengan logam anti korosi dan anti karat.

3. Alat dan Bahan

Alat Praktikum Fisika Listrik:

a. Papan Rangkaian Praktikum Fisika Listrik
b. *Power Supply*
c. Alat Ukur (Multimeter)
d. Kabel Jepit Buaya
e. Resistor
f. Potensiometer
g. Lampu
h. Saklar

4. Langkah Percobaan

4.1. Percobaan 1 (Pengaruh Hambatan Listrik Terhadap Nyala Lampu)

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Susun *power supply*, potensiometer, dan lampu secara seri di dalam papan rangkaian yang sudah disediakan.
3. Hubungkan komponen tersebut dengan menggunakan kabel jepit buaya.
4. Pastikan seluruh komponen telah terhubung dan beri tahu kepada asisten pendamping tentang kesiapan rangkaian yang telah dibuat.
5. Atur potensiometer pada hambatan 0 ohm. Nyalakan *power supply*, atur *power supply* pada besaran 3 volt.
6. Ubah besar hambatan potensiometer sesuai dengan petunjuk asisten pendamping sebanyak 5 kali serta ukur besar hambatan menggunakan multimeter. Amati nyala lampu pada setiap perubahan hambatan. (Catatan:

minimal hambatan yang digunakan sebesar 1000 ohm dan maksimal tegangan listrik yang digunakan sebesar 12 volt).

7. Amati dan tulis hasil praktikum pada lembar pengamatan yang tersedia.

4.2. Percobaan 2 (Mengetahui Hubungan Arus Listrik, Hambatan Listrik, dan Tegangan Listrik)

4.2.1. Percobaan 2 (Kondisi Hambatan Listrik Tetap)

1. Siapkan alat dan bahan untuk praktikum
2. Susunlah *power supply* dan resistor (hambatan tetap) secara seri pada papan rangkaian yang tersedia.
3. Sambungkan komponen tersebut menggunakan kabel jepit buaya.
4. Apabila rangkaian telah siap, periksakan kesiapan rangkaian tersebut kepada asisten pendamping. Jangan nyalakan *power supply* tanpa pentunjuk asisten.
5. Nyalakan *power supply*, atur besar tegangan sesuai dengan petunjuk asisten pendamping. (Catatan: minimal hambatan yang digunakan sebesar 1000 ohm dan maksimal tegangan listrik yang digunakan sebesar 12 volt).
6. Ukur besar arus listrik dalam rangkaian menggunakan multimeter.
7. Catat hasil pengamatan ke dalam lembar pengamatan.
8. Ulangi langkah 5 sampai 7 dengan besar tegangan listrik yang berbeda.

4.2.2. Percobaan 2 (Kondisi Tegangan Listrik Tetap)

1. Siapkan alat dan bahan untuk praktikum
2. Susunlah *power supply* dan potensiometer secara seri pada papan rangkaian yang tersedia.
3. Sambungkan komponen tersebut menggunakan kabel jepit buaya.
4. Apabila rangkaian telah siap, periksakan kesiapan rangkaian tersebut kepada asisten pendamping. Jangan nyalakan *power supply* tanpa pentunjuk asisten.
5. Nyalakan *power supply*, atur besar tegangan tetap sesuai dengan petunjuk asisten pendamping. Atur besar hambatan pada potensiometer sesuia dengan petunjuk asisten pendamping. (Catatan: minimal hambatan yang digunakan sebesar 1000 ohm dan maksimal tegangan listrik yang digunakan sebesar 12 volt).
6. Ukur besar arus listrik dalam rangkaian menggunakan multimeter.

7. Catat hasil pengamatan ke dalam lembar pengamatan.
8. Ulangi langkah 5 sampai 7 dengan besar tegangan listrik yang berbeda.

4.3. Percobaan 3 (Menghitung Nilai Hambatan Pada Rangkaian Seri, Paralel, dan Campuran)

4.3.1. Percobaan 2 (Menghitung Nilai Hambatan Rangkaian Seri)

1. Siapkan alat dan bahan untuk praktikum
2. Susunlah resistor 1 (hambatan 1), resistor 2 (hambatan 2), dan resitor 3 (hambatan 3) secara seri pada papan rangkaian yang tersedia.
3. Sambungkan komponen tersebut menggunakan kabel jepit buaya.
4. Apabila rangkaian telah siap, periksakan kesiapan rangkaian tersebut kepada asisten pendamping.
5. Ukur besar hambatan dalam rangkaian menggunakan multimeter.
6. Catat hasil pengamatan ke dalam lembar pengamatan.
7. Ulangi langkah 2 sampai 6 dengan resistor yang berbeda.

4.3.2. Percobaan 2 (Menghitung Nilai Hambatan Rangkaian Paralel)

1. Siapkan alat dan bahan untuk praktikum
2. Susunlah resistor 1 (hambatan 1), resistor 2 (hambatan 2), dan resitor 3 (hambatan 3) secara paralel pada papan rangkaian yang tersedia.
3. Sambungkan komponen tersebut menggunakan kabel jepit buaya.
4. Apabila rangkaian telah siap, periksakan kesiapan rangkaian tersebut kepada asisten pendamping.
5. Ukur besar hambatan dalam rangkaian menggunakan multimeter.
6. Catat hasil pengamatan ke dalam lembar pengamatan.
7. Ulangi langkah 2 sampai 6 dengan resistor yang berbeda.

4.3.3. Percobaan 2 (Menghitung Nilai Hambatan Rangkaian Campuran)

1. Siapkan alat dan bahan untuk praktikum
2. Susunlah resistor 1 (hambatan 1), resistor 2 (hambatan 2), dan resitor 3 (hambatan 3) sesuai dengan petunjuk asisten pada papan rangkaian yang tersedia.
3. Sambungkan komponen tersebut menggunakan kabel jepit buaya.
4. Apabila rangkaian telah siap, periksakan kesiapan rangkaian tersebut kepada asisten pendamping.
5. Ukur besar hambatan dalam rangkaian menggunakan multimeter.

6. Catat hasil pengamatan ke dalam lembar pengamatan.
7. Ulangi langkah 2 sampai 6 dengan resistor yang berbeda.

5. Lembar Pengamatan

5.1. Percobaan 1

No	Hambatan (Ohm)	Nyala Lampu
1		
2		
3		
4		
5		

5.2. Percobaan 2 (Hambatan Listrik Tetap)

No.	R_1 = ohm		R_2 = ohm		R_3 = ohm		R_4 = ohm		R_5 = ohm	
	I (mA)	*V* (volt)	*I* (mA)	*V* (volt)	*I* (mA)	*V* (volt)	*I* (mA)	*V* (volt)	*I* (mA)	*I* (mA)
1										
2										
3										
4										
5										

5.3. Percobaan 2 (Tegangan Listrik Tetap)

No.	V_1 = V		V_2 = V		V_3 = V		V_4 = V		V_5 = V	
	R (ohm)	*I* (mA)	*R* (ohm)	*I* (mA)	*R* (ohm)	*I* (mA)	*R* (ohm)	*I* (mA)	*R* (ohm)	*I* (mA)
1										
2										
3										
4										
5										

5.4. Percobaan 3 (Rangkaian Seri)

NO	R_1 (Ohm)	R_2 (Ohm)	R_3 (Ohm)	R_{Total} (Ohm)
1				
2				
3				
4				
5				

5.5. Percobaan 3 (Rangkaian Paralel)

NO	R_1 (Ohm)	R_2 (Ohm)	R_3 (Ohm)	R_{Total} (Ohm)
1				
2				
3				
4				
5				

5.6. Percobaan 3 (Rangkaian Campuran)

NO	R_1 (Ohm)	R_2 (Ohm)	R_3 (Ohm)	R_{Total} (Ohm)
1				
2				
3				
4				
5				