

**APLIKASI 6 SIGMA DALAM MENURUNKAN *MALFUNCTION DEFECT* DI
PENGETESAN ELEKTRIKAL (*AC TRANSIENT TEST*) PADA TAHAPAN
PENGEMBANGAN PRODUK *BLU-RAY DISC PLAYER*
(STUDI KASUS DI PERUSAHAAN MANUFAKTUR ELEKTRONIK)**

Dony Arief Widiatmoko dan Waseso Segoro
Universitas Padjajaran dan Universitas Gunadarma
maz_donnie_power@yahoo.com dan ws271156@yahoo.com

Abstract. The research holds inelectrical product manufacturing company, focus of the product is Blu-ray Disc Player. The dominant problem caused by electrical test at the product development process is Malfunction at AC Transient test where contribution is 83% from total electrical problem. Main objectives of this research are to determine the vital factors and provide optimal solution to reduce/eliminate these problem at development stage. The problem solving methodology using Six Sigma DMAIC and DOE .The analysis indicated that line filter value and spark gap distance in the PCB SMPS are vital factors that influence the malfunction defective as AC Transient test result. The design of experiment (DOE) technique use to define the optimum values of vital factor's needed to reduce/eliminate the defect. As a result, a reduction of malfunction defective at AC Transient test was achieved, from 125000 ppm to 0 ppm and thus improve its Sigma level from 2.65 to 6.

Keywords: Defective reduction, DMAIC, DOE, malfunction defective, AC Transient test.

Abstrak. Penelitian dilakukan pada perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur produk elektronik, fokus pada produk *Blu-ray Disc Player*. Pada proses pengembangan produk ini ditemukan permasalahan yang dominan dikarenakan pengujian elektrik berupa *malfunction* yang terjadi pada pengujian *AC Transient* dimana kontribusinya sebesar 83% dari total permasalahan elektrik. Penelitian ini bertujuan menentukan faktor-faktor vital dan untuk mendapatkan solusi optimal dalam mengurangi/menghilangkan permasalahan pada tahap pengembangan produk. Metode pemecahan masalah yang digunakan adalah *Six Sigma DMAIC* dan DOE. Penelitian menunjukkan bahwa *line filter value* dan *spark gap distance* pada PCB SMPS merupakan faktor-faktor vital yang berpengaruh terhadap *malfunction defective* pada pengujian *AC Transient*. Teknik DOE digunakan untuk menentukan nilai optimum dari faktor-faktor vital untuk mengurangi/menghilangkan defek. Hasilnya, penurunan *malfunction defective* pada pengujian *AC Transient* telah tercapai dari 125000 ppm menjadi 0 ppm dan memperbaiki level sigma dari 2.65 menjadi 6.

Kata kunci: Penurunan *defective*, *DMAIC*, *DOE*, *malfunction defective*, pengujian *AC Transient*

PENDAHULUAN

Salah satu ekspektasi konsumen terhadap suatu produk adalah kemampuan suatu produk didalam menjalankan fungsinya atau yang biasa dikenal dengan istilah keandalan/reliabilitas produk. Ukuran keandalan produk dapat dilihat dari jumlah kegagalan atau *defect* yang terjadi pada saat produk dilakukan pengujian dalam waktu tertentu. Besarnya

kegagalan atau kecacatan menunjukkan tingkat kualitas dari produk. Para konsumen akan melakukan klaim bila produk yang dibeli terdapat permasalahan atau defek. Didalam dunia manufaktur, memproduksi produk secara masal tidak dapat dilakukan secara *instant*. Diperlukan tahapan-tahapan awal (*Research & Development Stage*) sebelum tahapan produksi masal dilakukan. Hal ini terkait dengan strategi masing-masing perusahaan didalam usahanya melakukan penjaminan kualitas, efisiensi biaya dan penurunan/pencegahan *defect* terhadap operasi maupun produk yang dihasilkan.

Penelitian ini membahas permasalahan dari sudut pandang desain *hardware electrical* produk *Blu-ray Disc Player (BD-Player)* pada saat tahapan *development* produk baru. *Blu-ray Disc Player (BD-Player)* adalah produk peralatan elektronik yang berfungsi untuk memainkan piringan cakram data yang bernama *Blu-ray Disc* dimana *Blu-ray Disc* ini merupakan teknologi tertinggi pada bidang penyimpanan data digital dalam bentuk piringan cakram. Pembahasan spesifik dari tulisan ini adalah menganalisa penyebab dari *problem hardware* yang dominan pada pengujian elektrikal produk *Blu-ray Disc Player (BD-Player)* di tahapan *development* dan memberikan formula *improvement* yang optimal pada permasalahan tersebut sebagai langkah memberikan kualitas produk yang terbaik untuk para konsumen.

Fenomena permasalahan yang dijadikan fokus penelitian ditemukan pada saat *1st level development stage* produk . Tahapan pengembangan produk baru berdasarkan proses kerja dari perusahaan tempat dilakukan penelitian ini adalah terdiri dari 2 tahap yaitu *1st level development stage* dan *2nd level development stage*. Gambaran besar mengenai permasalahan ada pada *summary data* pada *1st level development stage* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Defective Data for Hardware Test at 1st Level of Dev.Stage

Model	QTY	efect	Defect By Test Item	
			Electrical Test	Mecha Test
XXO	40	4	10	4
XXP	40	0	6	4
XXY	40		4	4
XXW	40		4	4

Sumber: Data Diolah (2015)

Berdasarkan data pada Tabel 1 di atas, dilakukan pengelompokan berdasarkan tipe pengujian yang dilakukan, sehingga dihasilkan Tabel 2.

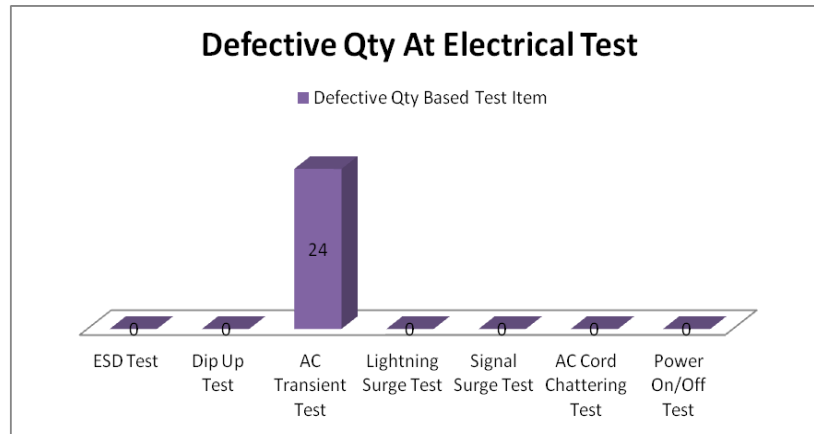
Tabel 2. Defective Contributor Berdasarkan Kategori Pengujiannya

Caused By	Q	RA	PPM
Electrical Test	24	15	150,00
Mecha Test	15	9.4	93.750
TOTAL	39	23.7	237,500

Sumber: Data Diolah (2015)

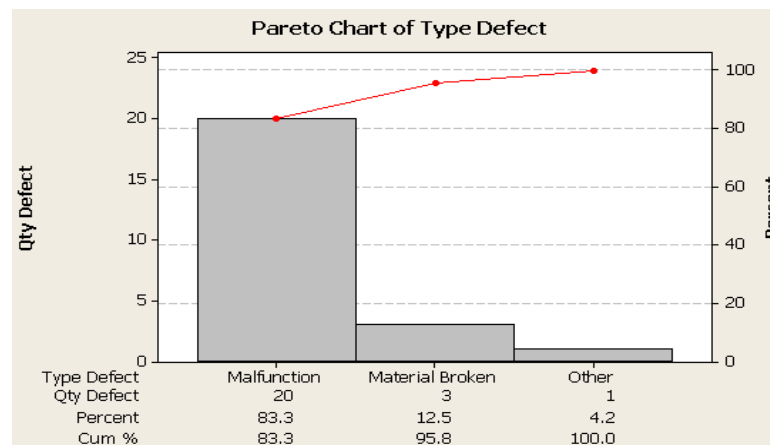
Data hasil pengujian di atas memberikan informasi bahwa permasalahan-permasalahan yang ditemukan paling banyak didapatkan pada pengujian elektrikal yaitu sebanyak 24 set.

Kemudian data-data dari pengujian elektrikal ini di-*breakdown* berdasarkan item tesnya untuk digali lebih lanjut lagi guna mendapatkan informasi item tes apa saja yang menghasilkan permasalahan paling banyak melalui gambar berikut.



Gambar 1. *Worst Defect Pada Electrical Test*

Gambar 1 menunjukkan permasalahan yang paling banyak terjadi pada pengujian *AC Transient*. Data ini kemudian di-*breakdown* untuk digali lagi permasalahan apa yang dominan timbul pada pengujian *AC Transient*. Hasil *breakdown* disajikan pada Gambar-2.



Gambar 2. *Worst Defect Pada AC Transient Test*

Gambar 2 menunjukkan bahwa permasalahan yang memberikan kontribusi paling besar pada inspeksi *1st level development stage* adalah *malfunction* pada *AC Transient Test* dimana kontribusinya sebesar 83% dari permasalahan elektrikal secara khususnya pada item *AC Transient Test*. Atas dasar data tersebut, penulis melakukan penelitian terhadap *malfunction* pada *AC Transient Test* di tahapan pengembangan produk baru *BD-Player*.

Penelitian ini bertujuan memperbaiki kualitas produk dengan cara menggali lebih lanjut faktor vital penyebab permasalahan, perbaikan terhadap faktor penyebab, dan pengaruh dari perbaikan yang dihasilkan.

KAJIAN TEORI

Kualitas. Produk berkualitas dihasilkan dari proses desain dan *development product* yang matang. Kualitas ini dapat diwujudkan bila seluruh kegiatan perusahaan atau organisasi tersebut berorientasi pada kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*). Ada banyak pendapat-pendapat mengenai definisi kualitas yang dikemukakan oleh para ahli. Menurut Gasperszt (2012) kualitas adalah totalitas keistimewaan dan karakteristik suatu produk atau jasa yang berhubungan dengan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan atau kepuasan tertentu. Kualitas menurut Goetsch dan Davis (2013) adalah kondisi yang dinamis atas sebuah produk, jasa, orang, proses dan lingkungan yang sesuai atau bahkan melampaui harapan pelanggan yang menciptakan nilai produk yang superior.

Six Sigma. *Six Sigma* merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang diluar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif (menurut Manggala dalam Nugroho (2014)). Salil *et. al* (2013) didalam penelitiannya mengaplikasikan metode *six sigma* untuk melakukan perbaikan defek-defek yang ditemukan pada perusahaan-perusahaan yang bergerak di industri elektronik. Antony *et. al* (2005) mengaplikasikan metode *six sigma* pada penelitiannya dalam mengurangi permasalahan *engine overheating* pada perusahaan industri otomotif. Sokovic *et. al* (2006) mengaplikasikan metode *six sigma* pada penelitiannya dalam memperbaiki proses produksi *part* pada industri otomotif. Kaushik dan Khanduja (2007) didalam penelitiannya mengaplikasikan metode *six sigma* DMAIC untuk mengurangi *DM Make Up Water* pada pembangkit listrik tenaga panas. Jin *et. al* (2009) mengaplikasikan metode *six sigma* didalam memperbaiki proses manufakturing pada industri mesin mobil. Olubenga dan Hallas (2011) melakukan penelitian berupa investigasi dan perbaikan defek yang terjadi pada proses produksi pada industri. Shanty Dewi (2012) mengaplikasikan metode *six sigma* didalam penelitiannya meminimasi defek produk pada pabrik benang. Jirasukprasert *et. al* (2012) didalam penelitiannya menerapkan metode *six sigma* didalam mereduksi defek pada proses manufakturing *Rubber Gloves*. Mohamed Hassan (2013) pada penelitiannya mengaplikasikan metode *lean six sigma* untuk mengurangi *waste* pada lingkungan manufakturing. Sahu dan Sridar (2013) mengimplementasikan metode *six sigma* DMAIC pada penelitiannya mengenai perbaikan-perbaikan didalam perusahaan manufakturing *Cylinder Liner*. Gupta dan Bharti (2013) mengimplementasikan metode *six sigma* pada penelitiannya mengenai meminimalisasi *defect rate* pada perusahaan manufakturing *Yarn*. Khumar dan Khanduja (2013) didalam penelitiannya mengimplementasikan metode *six sigma* DMAIC dalam rangka penghematan biaya pada perusahaan pembuatan hidrolis *jack*. Tingkat *six sigma* sering dihubungkan dengan kapabilitas proses yang dihitung dalam *Defect Per Million Opportunities* (DPMO). Pada level 6 sigma cacat yang diperbolehkan terjadi adalah sebesar 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO). Berikut ini tabel beberapa tingkatan pencapaian didalam *six sigma*.

Tabel 3. Pencapaian Tingkat *Six Sigma*

Tingkatpencapaian Sigma	Dpmo	Hasil	Keterangan
1	691.462	31%	Sangat tidak kompetitif
2	308.538	69,2%	Rata-rata industri Indonesia
3	66.807	93,32%	Rata-rata industri Indonesia
4	6.210	99,379%	Rata-rata industri USA
5	233	99,977%	Rata-rata industri USA
6	3,4	99,9997%	Industri kelas mapan/dunia

Sumber: Gasperz (2002)

Beberapa terminologi yang menjadi kunci dalam konsep *Six Sigma* (Gaspersz, 2002) adalah: (1) *CTQ (Critical to Quality)*. *Critical to Quality* merupakan atribut- atribut yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan kepuasan pelanggan, yang merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktek- praktek yang berdampak pada kualitas; (2) *Defect*. *Defect* adalah kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan pelanggan; (3) *Defect Opportunity*. *Defect Opportunity* merupakan kejadian atau kondisi yang terstruktur yang memberikan kesempatan untuk tidak terpenuhinya kebutuhan pelanggan.

DPO (*Defect per Opportunity*). *Defect per Opportunity* adalah kegagalan per satu kesempatan. Untuk menghitung DPO digunakan rumus sebagai berikut:

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit yang diperiksa} \times \text{Defect Opportunity}}$$

DPMO (*Defect Per Million opportunity*). DPMO adalah ukuran kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu juta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *six sigma* sebesar 3,4 DPMO. DPMO dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit yang diperiksa} \times \text{Defect Opportunity}} \times 1.000.00 \quad (2)$$

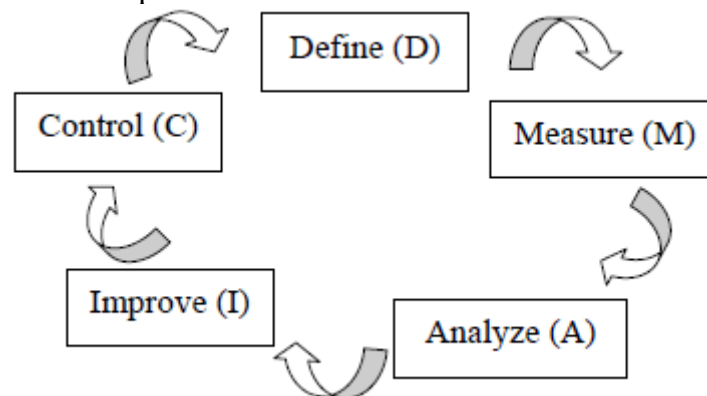
Process Capability. *Proses Capability* adalah kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.

DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). DMAIC merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *six sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis berdasar ilmu pengetahuan dan *fakta (systematic, scientific, and fast based)*.

Istilah yang paling sering muncul di metode 6 sigma adalah *DMAIC*. *DMAIC* ini merupakan tahapan-tahapan atau fase-fase di dalam penjabaran metode 6 sigma. Adapun penjabaran dari fase-fase *DMAIC* (Tampubolon dan Purba, 2014) adalah sebagai berikut : (1) *Define*. Tahap ini mengandung informasi mengenai pemilihan proyek dan ruang lingkup

projek dimana dipaparkan latar belakang permasalahan dari projek 6 sigma meliputi apa permasalahan yang dihadapi, seperti apa keinginan dari *customer* pada proses berikutnya (VOC), target yang ditetapkan, apa efek yang ditimbulkan dari permasalahan ini. (2) *Measure*. Tahap *measure* bertujuan untuk mengukur kemampuan proses (*capability process*) yang terjadi pada saat itu dan dihasilkan informasi mengenai seberapa besar level sigma yang terjadi pada saat itu dan *defective rate* (pada kasus data diskrit). (3) *Analyze*. Kegiatan atau aktivitas yang dilakukan pada tahap *analyze* adalah mencari faktor-faktor yang berpotensi (faktor X) mempengaruhi hasil (Y) atau permasalahan yang sedang dihadapi. Membuat hipotesa-hipotesa terkait dengan *X factor*. Kemudian dilakukan penyaringan terhadap faktor – faktor penyebab (*X fator*) sehingga didapatkan faktor-faktor yang berpengaruh vital (*X Vital*) terhadap hasil (Y) melalui pembuktian dari hipotesa-hipotesa yang dibentuk sebelumnya. Biasanya dikenal dengan istilah CTQ (*Critical to Quality*) (4) *Improvement*. Setelah faktor vital didapatkan, pada tahapan ini dilakukan uji coba untuk mendapatkan perbaikan secara optimal. *Tool* yang digunakan biasanya adalah pembuatan model matematika atau melakukan DOE (*Design of Experiment*). (5) *Control*. Tahapan *control* sebenarnya sama dengan tahapan *measure*. Titik fokus dari tahapan *control* adalah mengukur kapabilitas proses yang terjadi setelah dilakukannya perbaikan. Pada tahapan ini level sigma dari perbaikan diketahui besarnya.

Hasil yang didapat dari tahapan *control* dijadikan representasi dari kimerja perbaikan terhadap permasalahan di dalam *project* yang sedang dikerjakan. Bila hasil yang didapatkan pada tahap *control* belum mencapai target yang ditetapkan maka *project* dapat diulang atau dikerjakan kembali sampai didapatkan hasil yang memenuhi target. Dengan kata lain proses perbaikan dilakukan secara terus menerus (*continous improvement*). Berikut ini gambar *continous improvement* dari tahapan DMAIC



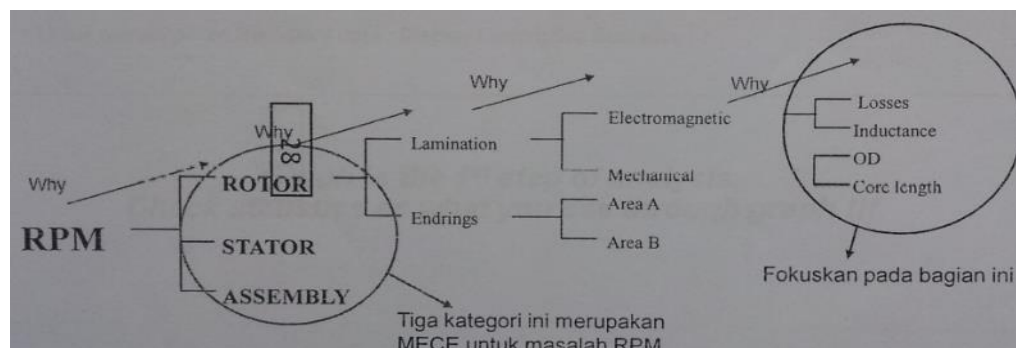
Gambar3. Proses DMAIC

Sumber : Gasperz, 2002

Diagram Pareto. Pareto chart atau diagram pareto dikembangkan oleh ahli ekonomi Italia bernama Vilredo Pareto pada abad ke 19. Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tipe-tipe/jenis-jenis yang tidak sesuai. Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan. Susunan tersebut akan membantu dalam menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian-kejadian atau

sebab-sebab kejadian yang dikaji. Menurut Gaspersz (2012), pada dasarnya diagram pareto terdiri dari 2 jenis yaitu a) diagram pareto mengenai fenomena, diagram ini berkaitan dengan hasil-hasil yang tidak diinginkan dan digunakan untuk mengetahui masalah utama yang ada, dan b) diagram pareto mengenai penyebab, diagram ini berkaitan dengan penyebab dalam proses dan dipergunakan untuk mengetahui apa penyebab utama dari masalah yang ada.

Why Analysis. *5 Why Analysis* atau juga dikenal sebagai *Why-Because Structure Tree* merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan *root cause*. Menurut Tampubolon dan Purba (2014), *5 Why Analysis* dapat digunakan untuk menemukan faktor-faktor (X) yang mempengaruhi CTQ (Y) pada fase analisis dalam metode *Six Sigma*



Gambar 5. *5 Why Analysis*
Sumber: Tampubolon (2014)

Chi-Square. Salah satu fase didalam metode 6 sigma adalah fase analisis. Pada fase ini, salah satu aktifitas yang dilakukan adalah mencari *X factor* yang vital. Untuk mendapatkan *X vital* ini perlu dilakukan testing terhadap hipotesa dari *potential X factor*. Ada beberapa macam *tools* yang digunakan untuk melakukan uji hipotesa. Pemilihan *tools* yang digunakan untuk melakukan uji hipotesa ini berdasarkan pada kasus yang dihadapi, parameter kasusnya berupa tipe data yang dianalisa dan berapa jumlah populasi yang dianalisa. *Chi-Square (X^2) test* merupakan teknik pengujian hipotesis pada kasus data diskrit.

Chi-square test digolongkan sebagai pengujian terhadap proporsi. Pada prinsipnya sama dengan *1 proportion test* dan *2 proportion test*, yang membedakan adalah jumlah dari populasi yang diujikan. *Chi-square test* digunakan untuk kasus dengan populasi lebih dari 2 populasi (Tampubolon dan Purba, 2014). Adapun pengujian hipotesis yang dibangun dari metode *chi square* pada contoh kasus 4 populasi adalah sebagai berikut.

$$H_0 : p_1 = p_2 = p_3 = p_4$$

$$H_1 : \text{At least one is different}$$

Hasil yang didapatkan dari pengolahan *chi-square* dengan menggunakan *software* aplikasi MINITAB berupa nilai *P-Value*. Menurut Ridding dan Muir (2001), *P-Value* adalah nilai probabilitas kesalahan bila hipotesis alternatif (H_1) dipilih. Nilai *P-Value* ini digunakan untuk menentukan *reject* atau tidaknya H_0 pada saat dilakukannya pengujian hipotesa. Penentuan ini dengan cara membandingkan dengan nilai α (*significance level*). Nilai α (*significance level*) adalah nilai maksimum diterimanya probabilitas kesalahan bila hipotesis

alternatif (H1) dipilih. Digunakan nilai α (*significance level*) = 0.05. Berikut hubungan antara *P-Value* dan nilai α (*significance level*)

$P\text{-Value} < \alpha$: Ho ditolak

$P\text{-Value} > \alpha$: Ho diterima

```

Session window output

Chi-Square Test: Democrat, Republican, Other

Expected counts are printed below observed counts
Chi-Square contributions are printed below expected counts

      Democrat  Republican  Other  Total
1      28         18         4      50
      25.00      22.50      2.50
      0.360      0.900      0.900

2      22         27         1      50
      25.00      22.50      2.50
      0.360      0.900      0.900

Total      50         45         5      100

Chi-Sq = 4.320, DF = 2, P-Value = 0.115
2 cells with expected counts less than 5.

```

Gambar 6. Session window output chi-square test

Sumber : Software Aplikasi Minitab (2015)

Binomial Capability Analysis. Didalam 6 sigma, *binomial capability analisis* digunakan untuk mendapatkan nilai kapabilitas proses pada kasus penelitian yang menggunakan data diskrit. Data diskrit adalah data yang berupa informasi yang menyatakan 2 kondisi yang berbeda, misalnya OK atau NG, bagus atau jelek, dan sebagainya. Adapun informasi yang bisa didapatkan dari pengolahan data menggunakan *binomial capability analisis* adalah nilai PPM Def yang mencerminkan nilai *rate defective* dari produk dengan satuan ppm (*part per million*) dan nilai Process Z yang mencerminkan nilai Zlt dari kapabilitas proses.

Menurut Purba dan Tampubolon (2013), untuk mendapatkan nilai level sigma bisa didapatkan melalui hubungan *Zshift*, *Zst* dan *Zlt*. Hubungan antara ketiga *Z value* (nilai kapabilitas proses) ini adalah

$$Z_{sh} = Z_{st} - Z_{lt} \quad (4)$$

Dimana :

$Z_{sh} = Z$ shift

$Z_{st} = Z$ short term (Nilai kapabilitas proses yang mencerminkan nilai level sigma)

$Z_{lt} = Z$ long term (Nilai process Z dari pengolahan binomial capability analysis)

Menurut Tampubolon dan Purba (2014), pada data diskrit $Z_{shift} = 1.5$. Dari sumber yang lain yaitu Karen Ridding dan Muir (2001) dan diktat training 6 Sigma di Perusahaan Manufaktur Elektronik tempat dilakukannya penelitian menyatakan hal yang sama sehingga level sigma untuk kapabilitas proses dari data diskrit didapatkan dengan persamaan berikut

$$Z_{sh} = Z_{lt} + 1.5 \quad (5)$$

Design Of Experiment. DOE atau *design of experiment* merupakan inti dari metode 6 sigma dimana DOE ini merupakan: (1) Metodologi untuk perencanaan, pelaksanaan dan analisa teknik dan pembelajaran ilmiah (2) Metodologi untuk perencanaan dan melakukan pengujian atau serangkaian pengujian untuk mengontrol perubahan yang dibuat pada masukan/input dengan maksud mengamati pengaruh perubahan terhadap keluaran/output sistem atau proses (3) Strategi percobaan untuk memperoleh informasi terpenting dengan jalan paling efisien dalam rangka memenuhi tujuan dan hal-hal penting dalam percobaan

Tujuan dari percobaan didalam DOE adalah : (1) Perancangan tangguh (*robust design*) (2) Optimalisasi dari perbaikan sebuah desain.

Berikut istilah-istilah yang dijumpai didalam *Design Of Experiment*: (1) Faktor : Item input yang mempengaruhi output dan dapat merupakan variabel terkontrol atau tidak terkontrol. Suatu faktor dapat saja bersifat kuantitatif atau bersifat kualitatif (2) Level : Nilai-nilai dari faktor dalam suatu eksperimen. Menurut Purba dan Tampubolon (2014), apabila eksperimen dilakukan terhadap 2 perbedaan ketinggian (2 meter dan 3 meter) maka faktor ketinggian mempunyai 2 level Perancangan desain didalam DOE menggunakan 2^k factorial design, dengan formula.

$$Run\ Trial = r * 2^k \quad (6)$$

Dimana : *Run Trial* = Jumlah eksperimen yang akan dilakukan; *r* = Jumlah pengulangan yang akan dilakukan; *k* = Jumlah faktor yang digunakan; 2, merupakan level yang digunakan di dalam eksperimen.

METODE

Penelitian dilakukan di salah satu perusahaan produsen alat-alat elektronik. Jenis penelitian yang digunakan adalah pemecahan permasalahan (*problem solving*). Salah satu produk yang dihasilkan dari perusahaan tempat dilakukannya penelitian adalah *Blue-Ray Disc Player* atau dikenal sebagai *BD-Player* yang merupakan objek penelitian ini.

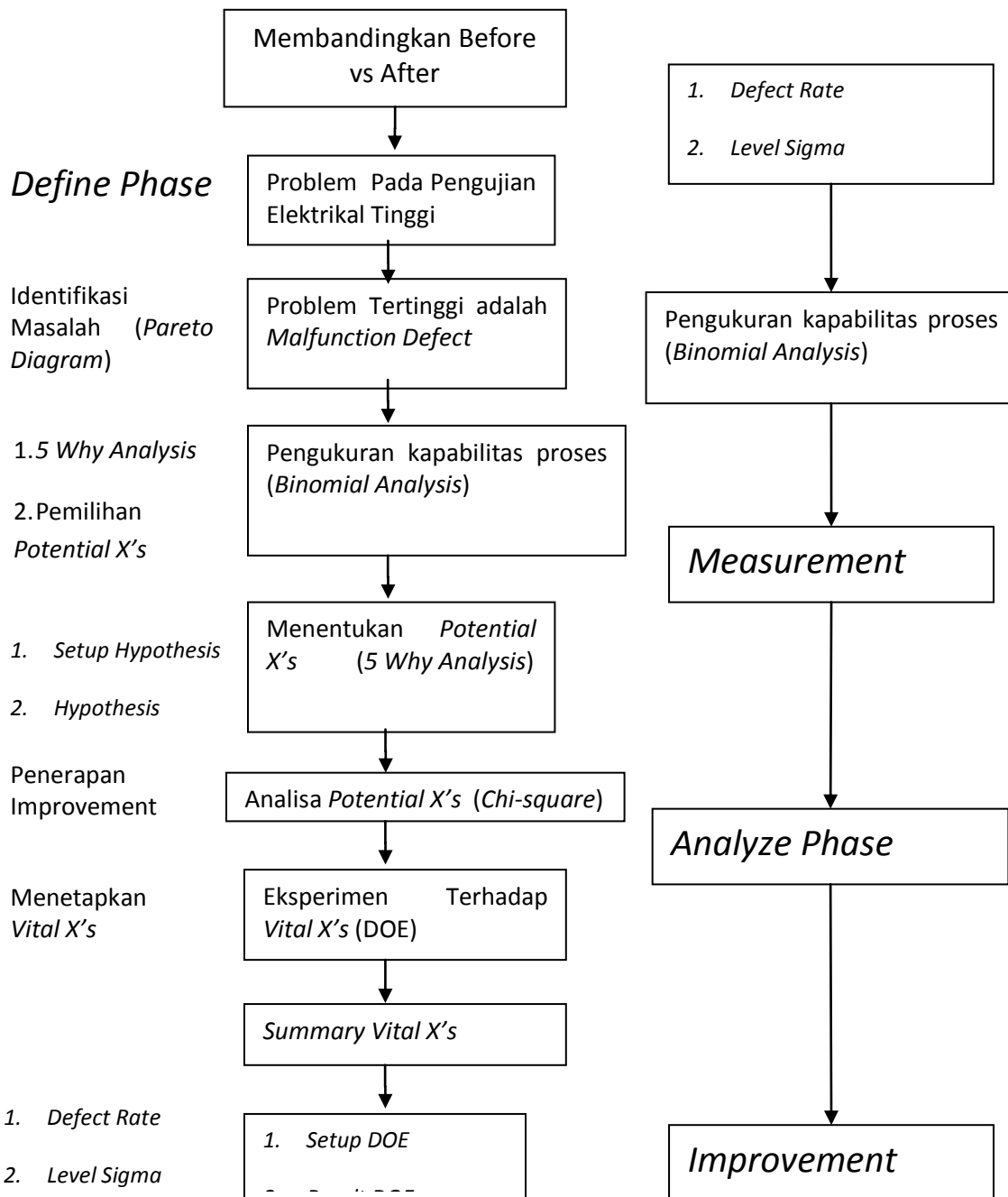
Variabel yang diteliti adalah pengaruh dari faktor-faktor penyebab terhadap *malfunction* pada produk. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dimana pada pendekatan ini dilakukan analisa terhadap data diskrit (produk *OK* atau produk *NG/reject*). Metode 6 sigma DMAIC digunakan untuk penyelesaian permasalahan. Data primer dan data sekunder yang digunakan diperoleh melalui: (1) *Research* dengan melakukan pengujian *AC Transient* langsung ke set *Blu-Ray Disc Player* pada *1st level development stage*, aktivitas eksperimen dengan menggunakan DOE, dan *2nd level development stage*. (2) *Forum group dicussion* dengan departemen RND untuk mendapatkan data-data pendukung (3) Kajian pustaka pada literatur-literatur mengenai *Blu-Ray Disc Player* produk.

Populasi penelitian adalah 4 (empat) prototipe model baru produk *Blu-Ray Disc Player* yang sedang dikembangkan. Masing-masing prototipe model baru produk *Blu-Ray Disc Player* yang sedang dikembangkan berjumlah 40 set prototipe. Alokasi set yang digunakan untuk pengujian *AC Transient* adalah 10 set pada masing-masing prototipe model baru yang sedang dikembangkan. Data yang terkumpul dari proses pengujian *AC Transient* ini kemudian diolah dengan bantuan program statistik MINITAB.

Pendekatan yang diaplikasikan didalam penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dimana terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut: (1) Tahapan *define*, Pada tahap ini didefinisikan permasalahan yang akan dijadikan fokus penelitian (2) Tahapan *measure*, Pada tahap ini diukur kapabilitas proses pada kondisi pada saat diangkatnya sebuah permasalahan

(3) Tahapan *analyze*, Pada tahap ini dilakukan analisa untuk mendapatkan faktor-faktor vital yang memberikan pengaruh terhadap permasalahan yang menjadi fokus penelitian (4) Tahapan *improve*, Pada tahap ini dilakukan follow up dan perbaikan terhadap faktor-faktor vital yang memberikan pengaruh terhadap permasalahan yang menjadi fokus penelitian (5) Tahapan *control*, Pada tahap ini dilakukan penerapan perbaikan yang telah didapatkan pada tahap *improve* dan dilakukan pengukuran kapabilitas prosesnya. Kapabilitas proses pada tahap *control* kemudian dibandingkan dengan kapabilitas proses pada tahap *measure* untuk didapatkan informasi seberapa besar pengaruh dari perbaikan yang telah dilakukan

Teknik analisa data dan langkah langkah yang dilakukan didalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar-7.



Gambar 7. Teknik Analisa Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Define. Tahap ini merupakan tahap awal dari proyek 6 sigma dimana data-data dikumpulkan untuk diolah sehingga didapatkan fenomena atau kasus permasalahan yang hendak diteliti oleh peneliti. Telah dipaparkan pada bab I mengenai pendahuluan, didapati bahwa permasalahan yang akan dijadikan sebagai proyek penelitian adalah *malfunction defect* pada

pengujian *AC Transient Test* di tahapan pengembangan produk *Blu-Ray Disc Player*. Permasalahan *malfunction* yang ditemukan pada pengujian *AC Transient* di proses tahapan *development* produk *BD-Player* merupakan simulasi terhadap kondisi *abnormal* pada tegangan listrik di *customer*. Pada kondisi normal yaitu tegangan operasi 100V – 240V, permasalahan ini bisa dipastikan tidak akan ditemukan oleh pengguna. Namun karena kondisi tegangan di pengguna sangat bervariasi dan bisa jadi belum tentu normal (adanya gangguan tegangan listrik), maka permasalahan perlu diperbaiki untuk mengurangi resiko ditemukan permasalahan *malfunction* di *customer*.

Permasalahan *malfunction* ini merupakan permasalahan yang paling dominan pada pengujian elektrikal dengan kontribusi sebesar 83% dan 125000 ppm. Berikut paparan hasil pengolahan data pada tahap *define* ini.

Bila permasalahan ini tidak diperbaiki, maka kemungkinan ditemukan permasalahan *malfunction* di *customer* masih terjadi sehingga kemungkinan terjadinya klaim ke *manufacturer* terkait permasalahan ini menjadi besar. Tindakan perbaikan kualitas perlu dilakukan sebagai tindakan *preventive* untuk menghindari kerugian secara finansial.

Tabel4. Permasalahan Di *AC Transient Test 1st Level Development Stage*

Sample Reject	Unit	Problem Name			Total
		Malfunction	Material Broken	No Power	
	Set	20	3	1	24
Contribution	%	83,3	12,5	4,2	100
Defective Rate	Ppm	125000	18750	6250	15000

Measure. Tahap ini merupakan tahap kedua dari proyek 6 sigma dengan tujuan mengetahui kapabilitas proses dari kondisi terkini (ketika ditemukan fenomena permasalahan *malfunction defect* pada pengujian *AC Transient*) yaitu pada *1st level development stage*. Indikatornya berupa sigma level dan *defect rate* dimana didapatkan dari hasil pengolahan data diskrit (data *defect*) dengan bantuan *software* aplikasi MINITAB. Berdasarkan tutorial dari *software* aplikasi MINITAB, Diktat training 6 Sigma Universitas Mercu Buana (Salmon & Tampubolon, 2014) dan Diktat Training 6 Sigma tempat penulis bekerja sekaligus tempat dilakukan penelitian ini, untuk pengukuran kapabilitas proses pada data diskrit menggunakan *Binomial Process Capability Analysis*. Data defektif diinput ke dalam *sheet* MINITAB sebagaimana disajikan pada Tabel-5.

Tabel 5. Defective Data Pengujian *AC Transient Test 1st Level Development Stage*

Model	Sample Set	Malfunction Defective
XXO	40	8
XXP	40	5
XXY	40	4
XXW	40	3

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan dengan *Binomial Capability Analysis* dengan menggunakan MINITAB. Hasil pengolahan sebagaimana didapatkan informasi berupa *PPM Def* : 125000 dan *Process Z* : 1.1503. Interpretasi dari kedua hasil tersebut adalah: (a) Didapati bahwa nilai *defect* dari permasalahan *malfunction* sebesar 125000 ppm (b) Nilai dari process Z adalah 1.1503. Nilai process Z ini menunjukkan nilai *Zlt* (*Z longterm*). Menurut referensi tutorial 6 sigma, nilai *Zlt* ini dikonversi ke *Zst* (*Z shortterm*) untuk mendapatkan nilai level sigma dengan persamaan berikut

$$\text{Level sigma} = Z_{st} = Z_{lt} + Z_{sh} \quad (7)$$

Pada data diskrit *Zsh* (*Z shift*) = 1.5 sehingga persamaannya menjadi

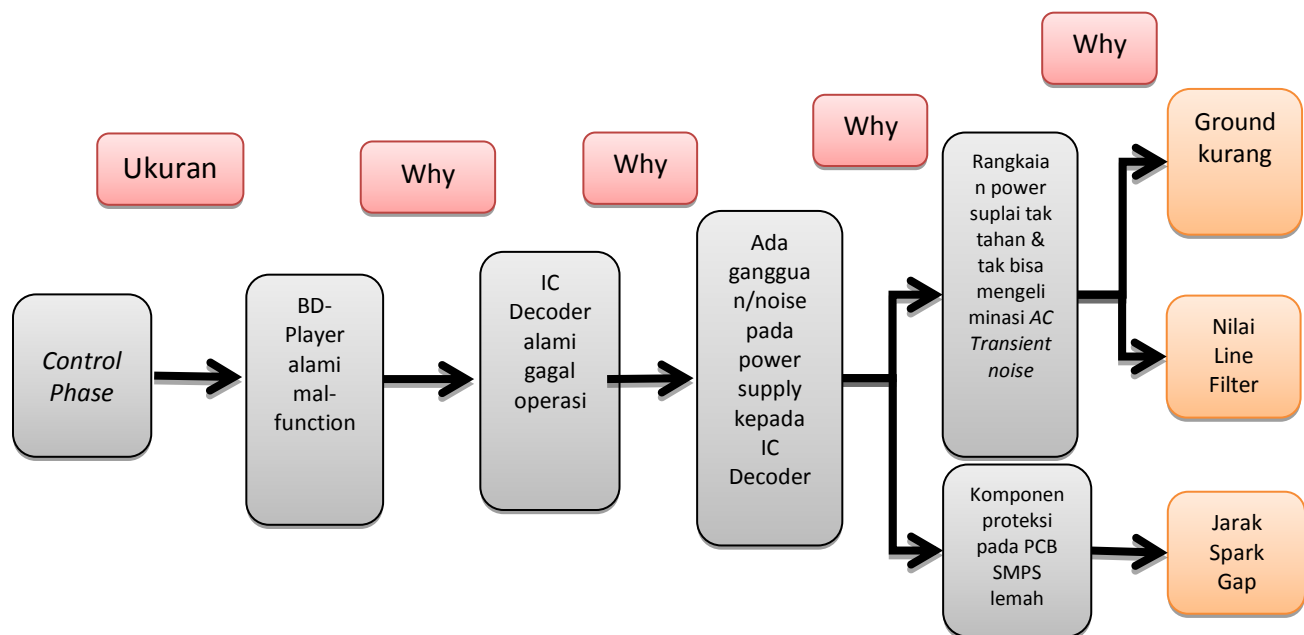
$$\text{Level sigma} = Z_{st} = Z_{lt} + 1.5 \quad (8)$$

$$\text{Nilai level sigma} = 1.15 + 1.5 = 2.65$$

Pada tahap *measure* ini didapati bahwa kondisi kapabilitas proses karena adanya permasalahan *malfunction* pada pengujian *AC Transient* adalah 2.65 sigma dengan nilai *defect* sebesar 125000 ppm. Nilai level sigma yang didapatkan ini nantinya dijadikan sebagai acuan dan pembandingan pada tahapan *control* untuk didapatkan informasi seberapa sukses perbaikan yang telah dilakukan.

Analyze. Tahap ini bertujuan mendapatkan X vital yang memberikan pengaruh terhadap permasalahan *malfunction* pada pengujian *AC Transient* (Y). Untuk mendapatkan X vital ini dilakukan melalui beberapa tahapan berikut

Memilih Potensial X. Untuk mendapatkan potensial X dilakukan melalui diskusi dengan para pakar dibidang teknologi desain elektrikal produk (Departemen RND) dengan bantuan *tool5 Why Analysis*. Berikut *5 Why Analysis* yang merupakan hasil diskusi dengan para pakar dibidang desain elektrikal produk di tempat dilakukannya penelitian.



Gambar 8. 5 Why Analysis Malfunction Defect

Berdasarkan atas hasil percobaan dan kajian terhadap fungsi komponen proteksi diatas, para pakar menetapkan *Line Filter Value*, *Spark Gap Distance* pada PCB SMPS dan *Chassis Size* sebagai potensial X yang akan dianalisa lebih lanjut.

Pengujian Hipotesa Terhadap Potensial X. Pengujian ini bertujuan untuk menyeleksi potensial X sehingga didapatkan vital X yang nantinya akan dilakukan perbaikan. Berdasarkan hasil kajian dan analisa dari para pakar didapatkan 3 *suspect* yang menjadi potensial X yang akan diuji lebih lanjut lagi untuk membuktikan apakah potensial X ini benar merupakan X vital atau bukan. Pengujian terhadap potensial X ini dilakukan dengan cara menyusun hipotesa dan melakukan pengujian hipotesa dengan menggunakan *chi-square*. Berikut summary dari hasil pengujian hipotesa terhadap potensial V.

Hasil pengujian hipotesa menunjukkan bahwa faktor-faktor vital yang berpengaruh terhadap permasalahan *malfunction* pada pengujian *AC Transient* adalah *Line Filter Value* dan *Spark Gap Distance* pada PCB SMPS. Kedua faktor vital akan diolah lebih lanjut pada tahap *improve* guna didapatkan perbaikan optimal.

Tabel 6. Summary Uji Hipotesa Terhadap Potensial X

X's	POTENTIAL X's	P-Value	A	Vital Factor?
X1	Line Filter Value	0.00	0.05	YES
X2	Spark Gap Distance	0.00	0.05	YES
X3	Chassis Size	0.083	0.05	NO

Improve. Tahap *improve* bertujuan mendapatkan kombinasi perbaikan dari permasalahan secara optimal. *Tool* yang digunakan pada tahap ini adalah metode DOE yang terdapat di dalam *software* aplikasi MINITAB.

Tabel 7. Hasil Percobaan DOE

Std Order	RunOrder	CenterPt	Blocks	Inductance	Spark Gap	Y(OK)
1	1	1	1	60	1.5	0
2	2	1	1	90	1.5	1
3	3	1	1	60	3	1
4	4	1	1	90	3	4
5	5	1	1	60	1.5	1
6	6	1	1	90	1.5	0
7	7	1	1	60	3	1
8	8	1	1	90	3	4

Setelah percobaan dilakukan dan hasil percobaan dicatat, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan hasil. *Output* dari pengolahan hasil ini berupa *window session*, *main*

effect & interaction plot dan *cube plot*. Berikut disajikan gambar-gambar *output* pengolahan DOE.

Factorial Fit: Y (OK) versus Inductance, Spark Gap						
Estimated Effects and Coefficients for Y (OK) (coded units)						
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	1.5000		0.1768	8.49	0.001	
Inductance	1.5000	0.7500	0.1768	4.24	0.013	
Spark Gap	2.0000	1.0000	0.1768	5.66	0.005	
Inductance*Spark Gap	1.5000	0.7500	0.1768	4.24	0.013	

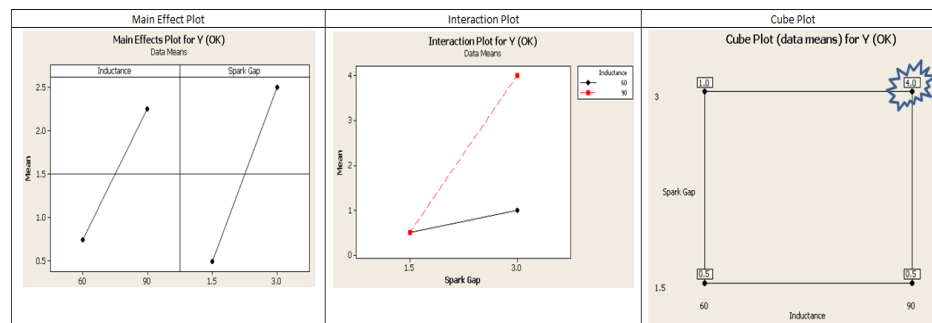
S = 0.5	PRESS = 4	R-Sq = 94.44%	R-Sq(pred) = 77.78%	R-Sq(adj) = 90.28%
---------	-----------	---------------	---------------------	--------------------

Analysis of Variance for Y (OK) (coded units)						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	2	12.500	12.500	6.2500	25.00	0.005
Inductance	1	4.500	4.500	4.5000	18.00	0.013
Spark Gap	1	8.000	8.000	8.0000	32.00	0.005
2-Way Interactions	1	4.500	4.500	4.5000	18.00	0.013
Inductance*Spark Gap	1	4.500	4.500	4.5000	18.00	0.013
Residual Error	4	1.000	1.000	0.2500		
Pure Error	4	1.000	1.000	0.2500		
Total	7	18.000				

Gambar 9. Windows Session Minitab DOE

Hasil *windows session* didapatkan nilai *P-Value Main Effects* sebesar 0.005 dan nilai *P-Value 2-Way Interactions* sebesar 0.013. Berdasarkan fakta diatas diketahui bahwa *P-Value Main Effects* dan *P-Value 2-Way Interactions* < 5%, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa secara individu interaksi *inductance (line filter value)* dan *spark gap (distance)* memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil pengujian AC Transient.

Selain itu juga didapatkan nilai *R-Sq (adj)* sebesar 90.28%. Berdasarkan fakta ini diketahui bahwa *R-Sq (adj)* > 65% sehingga dapat diinterpretasikan bahwa *inductance (line filter value)* dan *spark gap (distance)* memberikan kontribusi yang besar terhadap hasil pengujian AC Transient, yaitu sebesar 90.28%



Gambar 10. Main Effect & Interaction Plot dan Cube Plot Minitab DOE

Gambar 10 menyajikan *Main Effect & Interaction Plot*. Didapatkan penguatan fakta bahwa *inductance (line filter value)* dan *spark gap (distance)* memberikan pengaruh dan interaksi yang signifikan terhadap hasil pengujian AC Transient. Hal ini dapat dilihat dari bentuk garis yang cenderung vertikal.

Gambar *Cube Plot* memberikan informasi bahwa nilai optimal sebesar 4.0 dan berada pada kondisi *inductance (line filter value)* sebesar 90mH dan *spark gap (distance)* sebesar 3mm. Berdasarkan hal ini dapat ditetapkan bahwa untuk mendapatkan hasil perbaikan yang

optimal, desain elektrikal dari PCB SMPS perlu menerapkan kombinasi *line filter value* sebesar 90mH dan menggunakan *spark gap* dengan jarak 3mm.

Control. Tahap *control* merupakan tahap evaluasi proyek 6 sigma. Tahap ini menerangkan hasil dari penerapan kombinasi perbaikan yang didapatkan dari DOE pada tahap *improve*. Tahap *control* ini dilakukan pada *2nd level development stage*.

Tabel8. *Defective Data for Hardware Test at 2nd Level of Dev.Stage*

Model	Qty	Defect	Defect By Test Item	
			Electrical Test	Mecha Test
XXO	40	0	0	0
XXP	40	0	0	0
XXY	40	0	0	0
XXW	40	0	0	1

Menurut Gasperz (2002) pencapaian 6 sigma setara dengan 3,4 ppm. Hasil penelitian ini menunjukkan tidak ditemukan permasalahan pada pengujian elektrikal (termasuk AC Transient Test). Hal ini mencerminkan bahwa **defect rate-nya 0 PPM**. Namun karena penelitian ini menggunakan metode 6 sigma maka kondisi optimum **diasumsikan telah mencapai kondisi 6 sigma dan 3,4 ppm**. Hasil pengolahan MINITAB didapatkan informasi berupa *Process Z* : 4.5. Interpretasi dari hasil ini adalah Nilai dari *process Z* adalah 4.5 dimana nilai *process Z* ini menunjukkan nilai *Zlt (Z longterm)*. Data diskrit *Zsh (Zshift)* = 1.5, dengan demikian **level sigmanya adalah 4.5 + 1.5 = 6**. Berikut summary hasil dari penelitian yang dilakukan.

Tabel 9. *Diagram Batang Before vs After Improvement*

Item	Before Condition	After
PPM	125000	0
Sigma Level	2.65	6

Efek Finansial. Usaha yang dilakukan pada penelitian ini merupakan langkah *preventive action* untuk mencegah produk *BD-Player* yang memiliki kelemahan desain (proteksi *noise* pada PCB SMPS) tidak terlanjur dijual ke konsumen dengan kuantitas yang besar. Bila produk *BD-Player* terlanjur dijual ke konsumen, maka risiko yang akan ditanggung adalah perusahaan harus mengganti semua *BD-Player* dengan PCB SMPS dengan desain proteksi *noise* yang lebih kuat. Dengan menggunakan **asumsi bahwa target penjualan telah tercapai**, berikut diberikan gambaran mengenai risiko yang akan ditanggung bila tidak ada usaha perbaikan kualitas pada PCB SMPS.

Tabel 10. Hasil Percobaan DOE

No	Basic Model	SMPS Price (\$)	Target (Unit)	Sales Qty	Total Price (\$)
1	XXO	2.45		188,290	461,311
2	XXP	2.09		870,000	1,818,300
3	XXY	2.25		339,962	746,915
4	XXW	3.06		576,830	1,765,100
GRAND TOTAL					4,809,625

Mengacu data pada Tabel 10, usaha perbaikan yang dilakukan dapat mencegah perusahaan dari potensi kerugian sebesar USD 4,809,629 karena buruknya kualitas pada PCB SMPS.

PENUTUP

Kesimpulan. a) Faktor vital yang merupakan faktor–faktor penyebab timbulnya *malfunction* pada *AC Transient Test BD-Player* di *1st level development stage* adalah *line filter value* dan *spark gap distance* pada PCB SMPS; b) Perbaikan optimal menggunakan kombinasi *line filter* dengan nilai minimal 90mH dan *spark gap* dengan jarak 3mm; dan c) penerapan perbaikan menghasilkan hilangnya masalah *malfunction* pada pengujian *AC Transient* di *2nd level development stage* dimana nilai sigma naik dari 2.65 menjadi 6 dan nilai ppm turun dari 12500 ppm menjadi 0 ppm.

Perusahaan tentunya ingin menghindari kerugian dan meningkatkan kualitas. Mengacu hasil penelitian ini disarankan beberapa masukan untuk pemecahan permasalahan melalui: a) manajemen menerapkan kombinasi *line filter* dengan nilai min. 90mH dan *spark gap* dengan jarak 3mm pada PCB SMPS untuk mencegah potensi kerugian finansial yang besar (sebesar USD 4,809,629) karena buruknya kualitas dan b) Departemen RND dalam membuat desain elektrikal dapat menggunakan referensi berdasarkan hasil penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Antony J., Manesh K., dan Tiwari. (2005). An Application of 6 Sigma Methodology To Reduce The Engine Overheating Problem In An Automotive Company. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering Manufacture*. Vol.CCXIX, No.8, pp: 633-646
- Dewi, Shanty. (2012). Minimasi *Defect* Produk Dengan Konsep Six Sigma. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. XIII, No.1, pp:43-50
- De Carlo, Neil. (2007). *The Complete Idiot's Guide To Learn Six Sigma*. New York : Breakthrough Management Group
- Gaspersz, Vincent. (2012). *All-In-One Management Toolbook*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- (2002). *Pedoman Implementasi Six Sigma*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama

- (2013). *All-In-One Integrated Total Quality Talent Management*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gitlow, Howard dan Levine. (2005). *Six Sigma for Green Belt and Champions.Foundation, DMAIC, Tools, Cases and Certification*. New Jersey : Pearson Education Inc.
- Goetsch, David dan Davis (2013). *Quality Managements for Organizational Excellence*. New York : Pearson Education
- Gupta, Neha dan Bharti. (2013). Implementation 6 Sigma For Minimizing Defect Rate At A Yarn Manufacturing Company. *International Journal of Engineering Research and Application*, Vol. III. No.2, pp:1000-1011
- Hallas, Robert dan Olubenga. (2011). Investigation on Defect Occuring on Paper Production Process. *Master of Science Thesis in Master's Degree Program Quality and Operations Management*. Department of Technology Management and Economic, Chalmer University of Technology, Sweden
- Hassan, Mohamed. (2013). Applying Lean 6 Sigma For Waste Reduction In A Manufacturing Environtment. *American Journal of Industrial Engineering*, Vol. I, No.2, pp:28-35
- Jin K, Razzak HA, Elkassabgi Y, Zhou H, Herrera A. (2009). Integrating The Theory of Constraints ans Six Sigma In Manufacturing Process Improvement. *World academy of science, engineering and technology* Vol. IV, No.16, pp:1159-1163
- Jirasukprasert J, Reyes JAG, Meier HS, Lona LR. (2012). A Case Studyof Defect Reduction In A Rubber Gloves Manufacturing Process By Applying 6 Sigma Principles An DMAIC Problem Solving Methodology. *Precedings of The International Conference On Industrial Engineering and Operation Management Istanbul*, Vol. II, No.2, pp:11-20
- Kaushik, Prabhakar dan Khanduja. (2007). DM Make Up water Reduction In Thermal Power Plant Using Six Sigma DMAIC Methodology. *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol. LXVII, No.1, pp:36-42
- Khumar, Vikash dan Khanduja. (2013). Application of Six Sigma methodologi in SSI : A Case study. *International Journal of Current Engineering and Technology*, Vol. III, No.3, pp:971-976
- Nugroho, Suwaryo. (2014). “Aplikasi 6 Sigma Dalam Menurunkan Tingkat Reject Berat Ice Cream Pada Proses Pembuatan Ice Cream”. *Tesis Pascasarjana*. Universitas Mercubuana. Jakarta
- Ridding, Karen dan Muir. (2001). *The Book of Knowledge and Navigator*. USA : General Electric Company
- Sahu, Nilmani dan Sridhar. (2013).Six Sigma Implementation Using DMAIC Approach-A Case Study In A Cylinder Liner Manufacturing Firm. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, Vol. III, No.1, pp:11-22
- Salil D., Sharma S., dan Dutt. (2013). Aplication of 6 Sigma in Electronics Industry. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, Vol. II, No.3, pp:302-315
- Sokovic M, Pavletic D., dan Krulcic. (2006). 6 Sigma Process Improvement in Automotive Part Production. *Journal of Achievement in Materials and Manufacturing Engineering*, Vol.XIX, No.1, pp:96-102
- Tampubolon, Salmon dan Purba. (2014). Diktat Training *Six Sigma Green Belt*. Universitas Mercu Buana. Jakarta.