

BAB III

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 SEJARAH PERCETAKAN *OFFSET*¹

Percetakan adalah sebuah proses industri untuk memproduksi massal tulisan dan gambar, terutama dengan tinta di atas kertas dengan menggunakan sebuah mesin cetak. Menggunakan mesin cetak *offset* untuk mencetak di atas kertas dilakukan pertama kali oleh Ira Rubel Washington, Amerika, pada tahun 1903. Inspirasi yang telah terjadi dari sebuah “kecelakaan”. Sementara itu operasi *lithographic* (cetak tinggi) menekannya melihat bahwa jika dia gagal untuk memasukkan kertas batu plat yang akan memindahkan gambar ke jejak karet silinder. Ketika ia kemudian menempatkannya ke dalam mesin kertas akan ada gambar di dua sisi, satu dari lempengan batu dan satu dari jejak karet silinder. Rubel's heran, gambar dari jejak karet silinder telah banyak terlihat jelas; karet lunak yang telah mampu memberikan tampilan yang kurang keras daripada batu *litho* piringan. Segera ia membuat mesin yang berulang kali dari "kesalahan"nya tersebut. Proses ini juga dicatat oleh dua bersaudara, Charles dan Albert Harris, pada waktu yang sama. Mereka yang menghasilkan cetak *offset* untuk Perusahaan cetak otomatis Harris tidak lama setelah Rubel membuat mesin cetaknya.

Mesin yang dibuat oleh Perusahaan cetak otomatis Harris ini didasarkan pada huruf tekan putaran mesin. Silinder yang dibungkus dengan metal plat yang ditekan terhadap tinta dan rol air. Tepat di bawah plat logam silinder adalah selimut silinder. Begitu silinder menggiling kertas pada selimut silinder barulah gambar dapat dipindah pada kertas tersebut. Sedangkan dasar dalam proses pencetakan *offset* tetap sama, beberapa inovasi modern mencakup dua sisi percetakan dan menggunakan rol kertas besar terhadap mesin. *Offset* pencetakan menjadi yang paling dominan bentuk cetak komersial di 1950-an.

Hal ini sebagian besar disebabkan oleh peningkatan dalam industri kertas, tinta, dan plat. Perbaikan ini lebih besar mengarah pada kecepatan dan ketahanan plat. Mayoritas pencetakan modern masih dilakukan dengan menggunakan proses

¹ Expert Asosiasition Portal Knowledge GRAPITAC Indonesia. (n.d). Percetakan. December 6, 2008

pencetakan *offset*. Bahkan untuk produksi koran dengan volume tinggi, industri percetakan menggunakan *offset*. Walaupun tidak selalu dicetak secara *offset* setiap harinya dalam bisnis percetakan, beberapa edisi/produk tertentu yang sangat terbatas baik itu untuk kualitas buku masih diproduksi dengan menggunakan mesin cetak pada umumnya, biasanya dikombinasikan dengan metode *offset*. Beberapa orang masih lebih menyukai dengan cetak tinggi dan hanya yang sedikit dicapai dengan kontak langsung dari plat dengan media cetak.

Offset printing adalah yang paling umum digunakan dalam cetak komersial dengan volume tinggi, karena keunggulan mutu dan efisiensi tinggi volume pekerjaan. Semakin banyak mencetak, semakin sedikit pula biaya yang dikeluarkan untuk per halamannya, karena sebagian besar biaya yang dikeluarkan masuk ke dalam persiapan sebelum lembar kertas pertama yang dicetak dan siap untuk distribusi. Meskipun cetak modern secara digital (Xerox; iGen3; Cetak Digital Produksi/HP Indigo solusi; Kodak Nexpress solusi) dekat dengan biaya / keuntungan proses kinerja offset berkualitas tinggi, namun belum mampu bersaing dengan volume yang dihasilkan dari sebuah produk yang menggunakan cetak *offset*. Selain itu, banyak kerugian pada cetak modern dalam menekan penggunaan komputer ke plat sistem yang bertentangan dengan lama komputer untuk alur kerja pembuatan film, yang merupakan perihai dalam meningkatkan kualitas cetak.

Dalam dua dekade terakhir, *flexography* telah menjadi dominan dalam bentuk cetak kemasan (*packaging*) karena kualitas dan harapan yang signifikan lebih rendah dibandingkan dengan biaya bentuk cetak lainnya. Oleh karena semakin banyak ragam metode cetak lama ditinggalkan dan belum tentu dengan ragam metode cetak baru mengalami kesesuaian dalam suatu bisnis percetakan, maka cetak *offset* merupakan pilihan terbaik untuk kualitas dan biaya dengan volume yang sangat tinggi dalam meraup keuntungan pada bisnis percetakan hingga saat ini.

3.1.1 Keuntungan Percetakan *Offset*

Keuntungan dari pencetakan *offset* dibandingkan dengan metode cetak lainnya, antara lain:

1. Kualitas gambar yang konsisten. Percetakan offset menghasilkan gambar lebih tajam, bersih dan lebih mudah daripada jenis cetak biasa karena karet selimut cetak dapat menyesuaikan pada tekstur permukaan pencetakan.
2. Cepat, mudah dan produksi percetakan dengan menggunakan plat.
3. Masa penggunaan plat yang relatif lama dibandingkan masa penggunaan pada cetak *litho* (cetak tinggi) yang relatif cepat karena tidak ada kontak langsung antara plat cetak dan permukaan. Plat berjalan sebagaimana mestinya dikembangkan bersama dengan penyemprotan tinta yang optimal dan berjalan melebihi durasi yang panjang.
4. Biaya. Offset printing adalah metode murah untuk menghasilkan kualitas yang tinggi dalam pencetakan kuantitas pencetakan komersial.

3.1.2 Kelemahan Percetakan *Offset*

Kelemahan dari pencetakan *offset* dibandingkan metode cetak lainnya, antara lain:

1. Sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kualitas gambar cetak dalam atau hasil cetak dengan klise foto.
2. Kecenderungan untuk plat cetak menjadi sensitif (karena oksidasi kimia) dan mencetak di daerah non-image/background ketika dikembangkan, jika plat tidak dirawat dengan benar.
3. Waktu dan biaya yang terkait dengan pembuatan plat dan setup cetak. Hal ini membuat jumlah kecil dari pekerjaan pencetakan praktis. Akibatnya, pekerjaan pencetakan yang lebih kecil pindah ke mesin cetak digital *offset*.

3.1.3 Film *Offset*

Pada umumnya jenis cetak offset percetakan berasal dari proses pembuatan klise film yang melibatkan penggunaan bahan kimia yang peka terhadap cahaya dan foto teknik untuk mentransfer gambar dan jenis asli dari bahan-bahan dalam pembuatan plat. Namun era tersebut telah ditinggalkan karena kesulitan dalam melakukan perubahan secara langsung. Selain itu terdapat kendala berupa emulsi film yang merupakan bagian peka cahaya pada film. Dengan masuknya era digital yang makin maju maka proses

film yang biasa dikenal dengan CTF (*Computer to Film*). CTF merupakan proses pembuatan *image* dari komputer ke media film kemudian *image* dari film dipindahkan ke media *plate*. CTF telah dapat digantikan dengan CTP (*Computer to Plate*) dimana plat dibuat langsung dari data digital yang diinginkan, dimana proses pembuatan *image* dari komputer ke media *plate* tanpa menggunakan film.

3.1.4 Umum Mesin Percetakan *Offset*

Pada dasarnya dalam percetakan, mesin cetak *offset* dikategorikan hanya menjadi dua jenis mesin cetak. Hal utama yang mempengaruhi hanya pada kelas dari jenis kertas yang digunakan. Kelas *sheet* (lembaran) untuk mesin *sheetfed* dan kelas *web* (gulungan/rol) untuk mesin *webfed*. Dan hal lainnya dipengaruhi pada kecepatan dan lama produksi kedua mesin tersebut. Untuk *sheetfed* digunakan untuk *shortrun* (kecepatan rendah dan produksi cepat dengan kuantitas rendah) dan *webfed* digunakan untuk *longrun* (kecepatan tinggi dan produksi cepat dengan kuantitas tinggi).

3.1.4.1 Mesin *Sheet-fed*

"Sheet-fed" merujuk ke masing-masing lembar kertas paperboard atau cetak lembaran. Cetak *Lithographic* ("litho" *for short*) menggunakan prinsip cetakan di logam yg ditulisi untuk menerapkan tinta ke plat cetak, seperti yang dijelaskan sebelumnya (cetak tinggi). Sheet-fed umumnya digunakan untuk cetak yang berjalan singkat, seperti : majalah, brosur, surat judul, dan materi promosi komersial. Namun dalam konteks untuk tuntutan kualitas yang tinggi. Sekarang telah berkembang dalam sistem cetak datar. Cetak *sheetfed* / cetak lembaran merupakan suatu sistem cetak *offset* dengan menggunakan kertas lembaran.

3.1.4.2 Mesin *Web-fed*

"Web-fed" merujuk kepada penggunaan rolls ("*webs*") yang disertakan pada kertas cetak. Web offset pencetakan umumnya digunakan untuk berjalan di lebih dari 10 atau 20 ribu produksi. Contoh umum termasuk web pencetakan surat kabar, koran penyisipan / iklan, katalog, dan buku. Cetak Web-fed dibagi menjadi dua kelas umum: "*Coolset*," dan "*Heatsset*" cetak web offset, perbedaannya pengeringan tinta yang

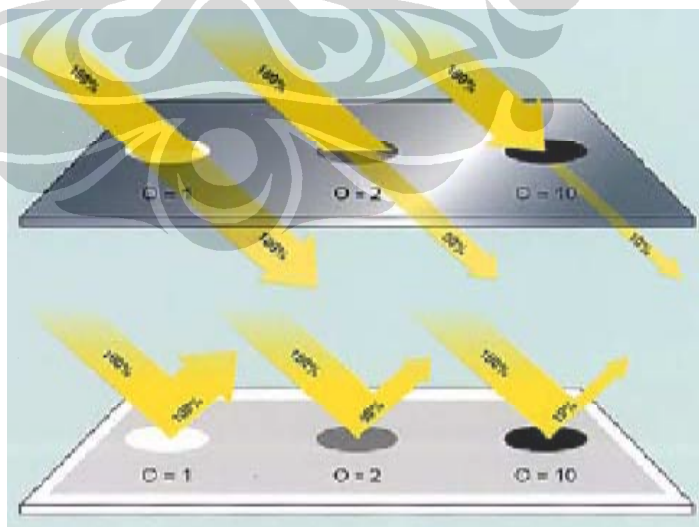
digunakan *Coolset* dalam keadaan dingin udara kering, sementara *Heatset* memanfaatkan pengeringan lampu heaters untuk pengeringan tinta. Cetak *web* / cetak gulungan merupakan suatu sistem cetak *offset* dengan menggunakan kertas gulungan.

3.1.5 Pracetak *Offset*

Pada umumnya untuk menghasilkan suatu kualitas hasil cetakan yang bagus memerlukan persiapan cetak yang benar, tepat dan akurat. Persiapan yang dilakukan tersebut dikenal dengan istilah pracetak. Pada pracetak, selain data atau materi yang akan dicetak juga dikenal adanya beberapa hal penting yang harus diperhatikan, tentunya dalam rangka menjaga kualitas cetak. Berberapal hal tersebut antara lain :

1. Density

Density merupakan kemampuan sebuah material untuk menyerap atau menyetop sinar (semakin tinggi density, semakin kurang sinar yang bisa kita lihat). Density dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu density transmisi (kemampuan lapisan perak selembat film untuk menyerap sinar yang datang padanya) dan density refleksi. Perhitungan density transmisi ini adalah sinar yang diteruskan oleh selembat film itu, sedangkan untuk perhitungan density refleksi adalah dari sinar yang dipantulkan dari selembat kertas dari atau tanpa cetakan. Untuk dapat mela



Gambar 3.1.5.1 Density Transmisi Dan Density Refleksi

kukan pengukuran terhadap density maka digunakan sebuah alat ukur yang disebut densitometer. Densitometer merupakan alat yang berfungsi untuk menghitung/mengukur besarnya density atau alat yang digunakan untuk mengukur derajat kehitaman atau kepekatan suatu model.



Gambar 3.1.5.2 Densitometer

2. Raster

Raster merupakan suatu kumpulan titik titik dengan besar yang berbeda tetapi mempunyai kepekatan yang sama sehingga mata kita melihatnya sebagai suatu nada. Kehalusan raster/ *screen ruling*/ *screen frequency* adalah banyaknya titik raster/garis raster dalam 1 inci (LPI), atau kehalusan raster dalam satuan line per inch (lpi), biasanya hal ini berhubungan dengan kertas cetak yang digunakan (1 inch 150 lpi, 85 lpi). Bentuk titik raster yang sering digunakan adalah *round* (bulat), *square* (persegi), dan *elliptical* (elips).

3. Resolusi

Resolusi merupakan jumlah data yang di butuhkan untuk mencukupi standar pembentukan image pada mesin rip (*image setter*). Resolusi mempunyai dua kondisi kualitas. Kondisi yang pertama yaitu *low* resolusi. *Low* resolusi merupakan suatu ukuran yang menyatakan suatu detail/ kerapatan suatu *image* terbentuk tidak mencukupi standar. Akibat yang ditimbulkan : gambar *jaggies* (tidak *smooth*/halus). Kondisi yang kedua yaitu *high* resolusi. *High* resolusi merupakan jumlah data yang di butuhkan melebihi dari standar yang

dibutuhkan. Akibat yang di timbulkan : gambar bagus (smooth) tapi proses *ripping* lama, lama dalam proses produksi, memenuhi memori yang tidak perlu. Pengaruh resolusi : resolusi cukup, menghasilkan *image* tajam dan detail yang baik, sedangkan resolusi tidak cukup, menghasilkan *image* bergerigi dan *blur*. Dpi (*dot per inch*) adalah banyaknya titik yang membentuk *image* dalam satu inci (istilah ini dipakai untuk alat *output/printer*).

4. *Image* (Gambar)

Kualitas gambar/*image* merupakan hal yang sangat dipengaruhi terhadap resolusi. Dimana gambar mempunyai beberapa bagian yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan kualitas tersebut. Bagian – bagian tersebut antara lain :

- *Shadow* : bagian tergelap suatu gambar/*image*
- *Midle tone* : bagian abu abu suatu gambar/*image*
- *High light* : bagian terputih suatu gambar/*image*

Adapun jenis model suatu *image* antara lain :

- *Line art/bitmap*
Model garis yang terdiri atas informasi hitam dan putih (1 bit) resolusi yang dibutuhkan 8x sampai 10x *screen ruling*.
- Greyscale
Model terdiri atas nada abu-abu antara hitam sampai putih resolusi yang dibutuhkan 1,5x sampai 2x *screen ruling*.
- RGB
Suatu model yang terdiri atas tiga channel (*red, green, blue*), yang dipakai untuk tampilan monitor. Karena itu mode ini tidak bisa dipakai untuk menghasilkan film separasi / bila di print hasilnya akan menjadi bw (*black-white*) bukan separasi.

- CMYK

Suatu model yang terdiri atas empat channel (*yellow, cyan, magenta, black*), resolusi yang di butuhkan *2x screen ruling*. Model inilah yang merupakan standar warna cetak yang biasa digunakan.

5. Warna

Jika seberkas sinar putih masuk kedalam sebuah prisma, sinar tersebut akan diuraikan menjadi tujuh warna seperti warna pelangi yaitu: merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Ketujuh warna tadi kita singkat menjadi warna merah, hijau, biru (RGB). Ketiga warna ini kita sebut warna primer. Model warna terdiri atas :

- HSB (*Hue, Saturation, Brightness*)

Berdasarkan pada persepsi warna manusia, HSB model tersusun atas tiga karakteristik warna dasar:

Hue, merupakan warna yang dipantulkan /diteruskan oleh benda tersebut. **Hue** diukur menggunakan satuan derajat antara 0° hingga 360° pada lingkaran warna.

Saturation, kadang disebut chroma adalah kekuatan atau kemurnian suatu warna. **Saturation** menyatakan jumlah warna abu-abu dalam proporsinya dengan *hue*, dan diukur dalam satuan % dari 0% hingga 100% (*Fully Saturated*).

Brightness, adalah tingkat gelap dan terang suatu warna. Umumnya diukur dalam skala % dari 0% (hitam) hingga 100% (putih). Meskipun *photoshop* memungkinkan anda menggunakan model HSB untuk memilih warna dalam *color palette* atau kotak *dialog color picker* ,namun *photoshop* tidak menyediakan fasilitas HSB model untuk membuat dan/ atau mengedit *image*.

- RGB

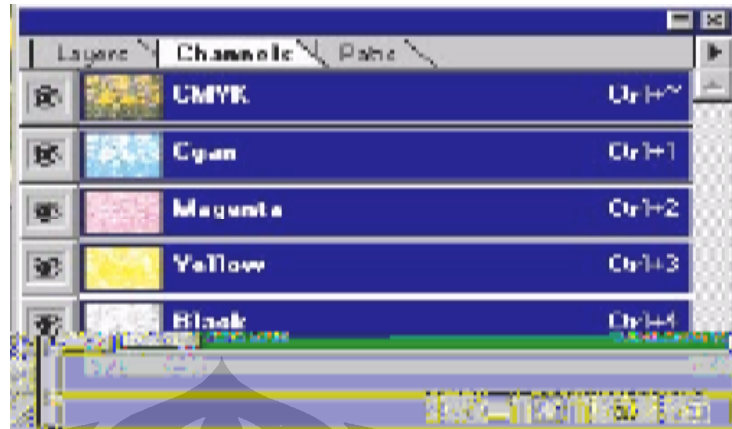
Suatu mode yang terdiri atas 3 *channel* (*red, green & blue*). Percampuran cahaya merah, hijau dan biru (RGB) dengan proporsi dan intensitas yang berbeda, dapat menghasilkan suatu spectrum cahaya yang cukup besar. Jika ketiga warna tersebut dalam posisi yang saling *overlap*, akan dihasilkan warna cyan, magenta, kuning dan putih. Oleh karena warna RGB mampu menghasilkan warna putih ketiga warna ini juga disebut dengan warna *additive*.



Gambar 3.1.5.3 RGB Channels

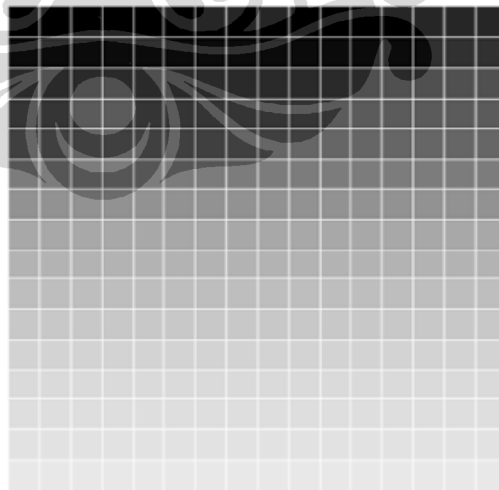
- CMYK

Suatu model yang terdiri atas 4 *channel* warna proses cetak (yaitu Cyan, Magenta, Yellow & Black). CMYK model berdasarkan pada daya serap cahaya dari tinta yang dicetak diatas kertas. Seperti sebuah cahaya putih menyentuh permukaan tinta mengkilap, sebagian spectrum akan terserap dan sebagian lagi akan dipantulkan. Sinar yang dipantulkan ini yang tertangkap oleh mata kita dan digunakan dalam cmyk model. Secara teori, pigmen warna Cyan (C), Magenta (M), Yellow (Y) dapat dikombinasikan untuk menyerap semua warna sehingga menghasilkan warna hitam. Oleh karena itu, ketiga warna ini disebut warna *subtractive*.



Gambar 3.1.5.4 *CMYK Channels*

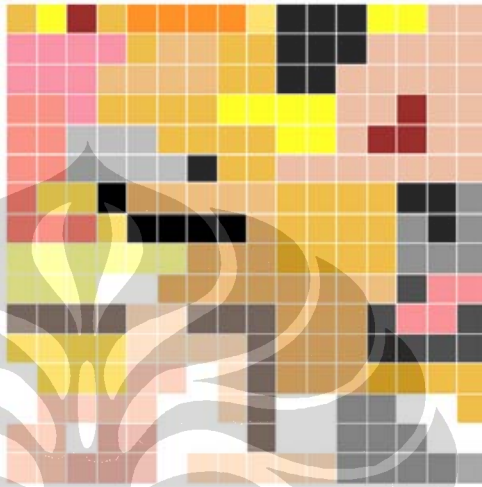
- Lab
Model warna Lab diajukan oleh *Comission Internationale d'Eclairage* (CEI) pada tahun 1931 sebagai standar internasional untuk pengukuran warna.
- *Grayscale*
Suatu mode yang terdiri atas nada abu-abu antara hitam dan putih. Model ini menggunakan 256 tingkatan warna abu-abu. Setiap pixel pada image grayscale mempunyai nilai brightness yang bervariasi dari 0 (hitam) hingga 255 (putih)



Gambar 3.1.5.5 *Grayscale (28 = 256 Shades)*

- *Indexed Color*

Model ini maksimum menggunakan 256 warna. Jika image yang dikonversi mengandung warna diluar yang tersedia, maka secara otomatis *photoshop* akan mencari warna pengganti yang terdekat. *Indexed color* sangat cocok digunakan untuk animasi multimedia atau halaman *website*.



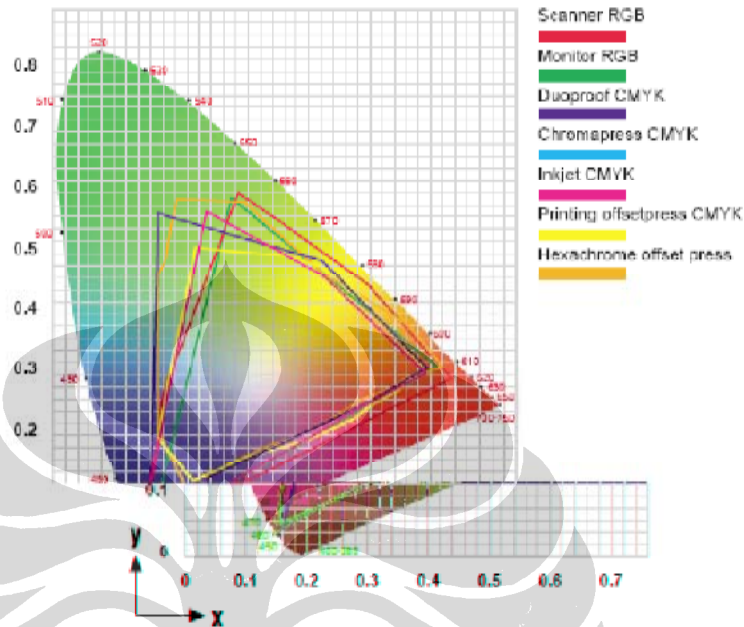
Gambar 3.1.5.6 *Indexed Color* (28 = 256 Shades)

6. *Color Space*

Color space adalah *color range* (rentang warna) dalam spectrum kasat mata. Dapat juga diartikan sebagai varian dari *color* model. Adobe RGB, Apple RGB. Dan sRGB merupakan contoh *color space* yang menggunakan *color* model yang sama (RGB). Dengan kata lain, warna-warna tertentu yang terdapat pada gamut monitor berada diluar gamut *inkjet printer* maupun gamut cetakan. Kondisi inilah yang menyebabkan hasil cetakan berbeda dengan warna monitor. Berikut beberapa kombinasi umum mengenai pencampuran gamut warna, antara lain :

- Jika sinar merah kita campur dengan hijau menjadi warna kuning.
- Jika sinar merah kita campur dengan biru akan jadi warna magenta.
- Jika sinar biru kita campur dengan hijau menghasilkan warna cyan.
- Jika ketiga warna primer (merah, hijau, dan biru) tadi kita campurkan dalam jumlah yang sama ,maka akan terlihat warna putih.

- Jika ketiga warna sekunder/subtraktif (cyan, magenta, dan kuning) yang kita campur dalam jumlah yang sama, maka akan terlihat warna hitam/gelap.



Gambar 3.1.5.7 Gamut Warna

7. Technical Knowledge

Terdapat beberapa *technical knowledge* diantaranya

- *Filter*, adalah suatu lapisan transparan yang meneruskan sinar sesuai dengan warna filter itu sendiri. Misal: jika seberkas sinar putih kita lalui pada selembar film berwarna merah (filter merah), maka warna hijau dan biru diserap oleh filter tersebut, sehingga kita melihat warna merah juga.
- Warna tinta. Tinta proses terbuat dari pigmen dan harus transparan (supaya bias meneruskan sinar dari bawahnya) berwarna *yellow*, cyan dan magenta. Maka dalam proses warna ke kertas, maka tinta proses itu berfungsi sebagai *filter*. Misal: jika pada selembar kertas dicetakkan warna *yellow*, dan padanya jatuh sinar putih maka tinta kuning yang transparan ini akan berlaku sebagai *filter*, sehingga memantulkan (dari kertasnya) warna yellow juga. Tinta *yellow* menyerap sinar biru.

- Ruang warna. Jika kita ingin mendapatkan warna yang bermacam macam, kita bias mengkombinasikan ketiga warna tadi dalam bentuk presentasi yang berbeda beda. Tetapi jumlah warna yang tersedia relatif terbatas sejauh warna - warna yang didapatkan oleh tinta. Mis: warna orange campuran dari 50% magenta + 100% *yellow*.
- *Grey balance*, adalah kombinasi jumlah cyan, magenta, dan *yellow* yang diperlukan untuk membentuk abu-abu netral jika dicetak dengan density tertentu. Grey balance akan membentuk kurva untuk pembuatan separasi warna.
- *Dot gain*, adalah distorsi titik dari nada lengkap yang terjadi karena suatu proses. Distorsi ini adalah pembesaran titik secara mechanical dan secara optical. Jenis pertama *mechanical dot gain*, hal ini terjadi karena adanya proses mekanik seperti pengontakan film dan pemrosesannya, proses pembuatan *plate*, pencetakan dan unsur bahan/film. Dan jenis kedua *optical dot gain*, hal ini terjadi karena adanya bayangan pada sebuah titik. Bayangan ini terjadi seperti pada benda benda lain yang terkena sinar. Apabila ketika kita melihat sebuah titik, titik itu kelihatan lebih besar dari ukuran sesungguhnya.
- Imposisi, merupakan proses penggabungan halaman menjadi katern menggunakan *software* tertentu seperti *presswise*, *imposition*, *preps* dll.
- *T mark*, tanda untuk panduan cetak untuk meratakan kertas cetakan.
- *Register mark*, tanda untuk panduan montase dan cetak untuk meregisterkan keempat warna proses (c, m, y, k).
- *Crop mark*, tanda untuk panduan jilid untuk memotong buku jadi.
- Kode warna, tanda untuk panduan montase dan cetak untuk menempatkan keempat warna proses (c, m, y ,k) pada astralon/*plate* ataupun pada *cylinder* cetak.
- Marking jilid, tanda untuk menentukan katern agar tidak terjadi kesalahan pada penyusunan katern waktu dikomplit.

- *Color bar*, alat control cetakan yang berupa baris warna yang berisi warna *solid*, *trapping*, *sluring*, *whitepaper*, *control highlight plate*, *raster 40% & 80%*.
- RIP (*Raster Image Prosesor*) , Alat yang menerjemahkan perintah *postscript* menjadi *bitmap* yang dapat diprint pada kertas, film atau *plate*.
- Astralon, lembaran film bening untuk melakukan penempelan film yang akan dimontase.
- Katern, hasil penggabungan halaman yang terdiri dari dua sisi A & B atau *front & back* dan jika dilipat dan dipotong halaman akan berurutan.
- Proof plotter, proof yang menggunakan resolusi rendah yang bertujuan melihat susunan halaman montase/*layout* bukan sebagai panduan cetak.
- DCP/Digital Color Proofing, proof yang sudah menggunakan profile dan dipakai sebagai panduan cetak.
- *Preflight*, proses pengecekan data/file digital dari *native file* maupun *pdf file*.
- *Workflow*, proses pengolahan data mulai dari pembuatan pdf file perhalaman, *preflight*, *ripping*, *impose* dan *proofing* dalam sebuah jaringan yang terintegrasi.
- Raster sublima/*stochastic raster*/*FM Screening*/*Crystal raster*, model *raster* yang tidak menggunakan sudut maupun bentuk *raster* atau *dot* yang konvensional.
- *Bitmap Proof/One bit tiff proof*, Pembuatan proof yang final setelah menjadi katern sebelum dibuat *plate* biasanya menggunakan *low* resolusi.
- ICC Profile, Hasil profile suatu mesin yang sudah biasa dipakai untuk digital *color proofing*.
- *Double Burning*, proses pembuatan image yang berbeda raster dalam satu halaman/katern pada mesin CtP.
- *Print Up*, istilah cetak pada cetakan. Hal ini bergantung pada berapa warna setiap muka kertas akan dicetak. 1/1 artinya kertas dicetak 1 warna pd sisi A dan 1 warna pada sisi B. 2/1 artinya kertas dicetak 2 warna pd sisi A dan 1 warna pada sisi B. Dan seterusnya.

3.2 PENGUMPULAN DATA

Pada pengumpulan data ini dilakukan observasi dan wawancara langsung pelanggan dengan menyertakan formulir pelanggan yang merupakan instrumen utama dalam penelitian. Dengan demikian, data yang didapat merupakan data yang berasal dari sumber asli (dalam hal ini pelanggan dan percetakan) dan dikumpulkan secara khusus untuk menjawab penelitian yang dilakukan (biasa disebut dengan data primer). Bertujuan untuk mengetahui, menggali dan mencari tingkat kepentingan dan kepuasan masing-masing parameter apa saja yang menurut pelanggan penting dan diharapkan dari mutu standar kualitas cetak majalah yang nantinya digunakan dalam penyusunan atribut DFMA. Disamping itu diharapkan dapat menterjemahkannya kedalam internal percetakan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

3.2.1 Observasi dan Wawancara Langsung Pelanggan

Observasi dan wawancara langsung dilakukan kepada pelanggan dengan melakukan pelayanan kunjungan pelanggan. Hal ini dimaksudkan agar perhatian dari pihak percetakan bukan hanya saja dalam hal jasa produksi namun kepada jasa layanan. Sehingga pengamatan terhadap obyek penelitian dapat dilakukan secara langsung, baik itu terhadap situasi maupun kondisi pelanggan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data – data yang diperlukan. Hasil pengamatan tersebut langsung dicatat oleh penulis melalui media alat bantu. Alat bantu digunakan berupa formulir pelanggan. Formulir pelanggan ini dibuat dari pihak percetakan dengan harapan dapat mengarahkan tingkat kepentingan dan kepuasan masing-masing parameter pelanggan dapat diterjemahkan kedalam parameter – parameter percetakan. Dengan demikian, dengan adanya alat bantu ini dalam wawancara maka terdapat parameter – parameter yang terekam secara tertulis dan tersampaikan secara fokus dalam rangka tercapainya kepuasan pelanggan terhadap mutu standar kualitas cetak majalah. Dimana diajukan dengan serangkaian pertanyaan yang mengarah/berdasarkan pada isi dari formulir pelanggan kepada orang yang berkompeten baik secara individu maupun kelompok yang dijadikan narasumber. Penulis melakukan wawancara tersebut dengan orang yang berkepentingan (PIC) yang terlibat langsung dalam proses pengerjaan majalahnya tersebut.

3.2.2 Formulir Pelanggan

Adapun formulir pelanggan yang disuguhkan kepada pelanggan berisikan data data sebagai berikut:

1. **Hari**, berisikan hari dilakukannya pelayanan kunjungan pelanggan
2. **Tanggal**, berisikan tanggal dilakukannya pelayanan kunjungan pelanggan
3. **Informasi pelanggan**, yang terdiri dari:
 - a. Pelanggan, berisikan nama/group dari salah satu perusahaan (PT) tersebut
 - b. Nama Kontak, berisikan nama orang yang berkepentingan (PIC)
 - c. Telpon, berisikan nomor telpon umum/ kantor
 - d. Telpon pribadi, berisikan nomor telepon pribadi dari PIC
 - e. Kesediaan, berisikan kesediaan waktu untuk PIC dapat dihubungi
 - f. Alamat, berisikan alamat kantor/perusahaan pelanggan berada
 - g. Email, berisikan alamat email dari PIC
4. **Konfirmasi**, yang terdiri dari:
 - a. *Bleed 5 mm*, berisikan *checklist* dari ketentuan aturan area lebih cetak/halaman
 - b. *RGB*, berisikan *checklist* dari ketentuan warna dasar monitor/*screen*
 - c. *CMYK*, berisikan *checklist* dari ketentuan warna dasar mesin cetak
 - d. Penamaan File, berisikan *checklist* dari ketentuan penempatan urutan halaman
 - e. *Joint Picture*, berisikan *checklist* dari ketentuan gambar sambung/*spread*
 - f. *Auto Color*, berisikan *checklist* dari ketentuan penggunaan warna otomatis
 - g. *Size*, berisikan *checklist* dari ketentuan ukuran produk jadi
 - h. *Overprint Preview*, berisikan *checklist* dari ketentuan tampilan objek tindih
 - i. *Min Line 0.25 pt*, berisikan *checklist* dari ketentuan ukuran minimal garis
 - j. *Embedded Fonts*, berisikan *checklist* dari ketentuan jenis huruf yang menyatu
 - k. *PDF Setting*, berisikan *checklist* dari ketentuan pengaturan pembuatan PDF
 - l. *Max Ink Coverage*, berisikan *checklist* dari ketentuan maksimal penggunaan tinta
 - m. *Min Text / Image From Trim Mark*, berisikan *checklist* dari ketentuan jarak text atau gambar objek dari potongan produk jadi
 - n. *Image Lowres*, berisikan *checklist* dari ketentuan kualitas gambar

- o. *Check PDF / No Edisi*, berisikan *checklist* dari ketentuan edisi dan kesesuaian pembuatan PDF
- 5. **Format**, terdiri dari:
 - a. Perangkat Lunak, berisikan *software* dan versi perangkat lunak yang digunakan pelanggan
 - b. *Plat Form*, berisikan *operational system* (OS) yang digunakan pelanggan
- 6. **Aksi**, berisikan aspek kegiatan pelayanan yang dilakukan selama kunjungan pelanggan untuk mendukung kelancaran proses kerja dari pelanggan
- 7. **Respon**, berisikan aspek pemenuhan permintaan berupa kritik dan saran yang diutarakan pelanggan selama bekerjasama dengan pihak produsen dalam hal ini pihak percetakan

Dengan demikian, maka didapat pendataan berupa parameter – parameter pelanggan yang dapat memberikan kemudahan dalam menterjemahkan kedalam parameter – parameter percetakan.

3.2.3 Observasi dan Wawancara Langsung Percetakan

Observasi langsung dilakukan pula terhadap pihak percetakan dengan melakukan kunjungan *site*. Dalam hal ini *site* yang dimaksud khusus untuk memproduksi cetakan dengan kualitas tinggi. Dimana salah satu produk cetakan yang dihasilkan adalah produk majalah. Sehingga pengamatan terhadap obyek penelitian dapat dilakukan secara langsung pula, baik itu terhadap situasi maupun kondisi yang harus dihadapi percetakan terhadap parameter – parameter pelanggan yang telah didapat sebelumnya melalui formulir pelanggan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data – data hasil terjemahan parameter – parameter pelanggan yang diperlukan percetakan untuk mendapatkan data parameter – parameternya. Hasil pengamatan tersebut langsung dicatat oleh penulis secara selektif. Hal ini dimaksudkan untuk mencari informasi – informasi yang akurat dengan melakukan wawancara langsung mengenai kesesuaian data yang didapat dari formulir pelanggan dengan percetakan. Dimana diajukan dengan serangkaian pertanyaan yang mengarah/berdasarkan hasil dari parameter – parameter pelanggan yang telah didapat, kepada orang yang berkompeten baik secara individu maupun kelompok yang dijadikan narasumber oleh percetakan. Penulis melakukan

wawancara tersebut dengan ahli percetakan. Ahli percetakan tersebut merupakan orang yang menjadi perwakilan dan mempunyai kepentingan dari dua bagian bidang yang berbeda. Bagian tersebut adalah tidak lain dari Quality Control (QC) dan bagian khusus mengenai ilmu dan teknologi grafika (GRAPITAC). Dimana kedua bagian ini merupakan pengendali kebijakan mutu terhadap kualitas produk hasil cetakan termasuk salah satu didalamnya adalah produk majalah.

3.2.4 Spesifikasi Produk Majalah

Dalam penjabaran pada spesifikasi produk majalah ini, terdapat beberapa hal penting utama yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Cover

Pada spesifikasi awal produk majalah cover adalah hal utama yang diperhatikan pelanggan untuk menarik daya minat pembaca, agar produk yang ditawarkan dapat diterima bahkan dicari oleh pasar. Bisa dikatakan sebagai *brand image* suatu produk majalah. Secara fisik terdapat perbedaan ketebalan jenis kertas, dimana cover cenderung lebih tebal daripada isi.

2. Teknik Jilid

Untuk spesifikasi yang satu ini teknik jilid merupakan bentuk ketahanan fisik dari suatu produk majalah. Hal ini diperuntukkan dari pelanggan dengan tujuan majalah tersebut seberapa diperlukan dan diperlakukan oleh tuntutan kebutuhan pembaca. Pada umumnya secara estetika percetakan ada dua jenis teknik jilid. Pertama, teknik jilid lem yang menuntut ketahanan dalam jangka waktu lama dan kedua, teknik jilid kawat yang menuntut ketahanan dalam waktu singkat.

3. Ukuran Jadi

Merupakan spesifikasi dimensi ukuran dan pengaruh bentuk tampilan jadi dari suatu produk majalah tersebut.

4. Ukuran Terbuka

Merupakan spesifikasi dimensi ukuran dari suatu produk majalah tersebut dalam posisi keadaan digunakan/dibaca oleh pembaca (dalam keadaan terbuka).

5. No. Katern

Spesifikasi yang menjabarkan keterangan bagian – bagian dari satu kesatuan terbentuknya suatu produk majalah. Mulai dari cover, isi ,sisipan hingga support (bagian pendukung) dari bentuk akhir suatu produk majalah yan diinginkan pelanggan.

6. Jumlah Halaman

Merupakan spesifikasi banyaknya halaman yang diinginkan pelanggan untuk mengetahui ketebalan, berat dan kreasi bentuk dari majalah tersebut per bagian katernnya. Spesifikasi ini dapat pula membantu dalam rangka menentukan pola lipat dan pembagian katern yang efektif dan efisien terhadap penggunaan kertas.

7. Warna

Spesifikasi yang menjabarkan banyaknya warna dasar cetak maupun warna khusus cetak yang diinginkan pelanggan.mulai dari satu warna dasar cetak hingga maksimum warna dasar cetak dan warna khusus cetak yang dikombinasikan sesuai dengan keinginan pelanggan. Pada umumnya 4 warna dasar cetak yaitu *Cyan*, *Magenta*, *Yellow* dan *blacK* (CMYK), serta banyak pilihan warna khusus cetak di klasifikasikan sebagai warna *Pantone*, *TC* maupun *Viva Flash* dengan penamaan kode angka atau huruf atau kombinasi keduanya.

8. Jenis Kertas

Merupakan spesifikasi kelas, sifat, gramatur dan merk kertas yang digunakan oleh percetakan sesuai dengan permintaan pelanggan. Kelas pada jenis kertas untuk semua produk cetakan dikategorikan menjadi dua kelas yaitu *sheet* (lembaran) dan *web* (gulungan/rol), yang mengarahkan pada jenis mesin yang akan digunakan; *sheetfed* atau *webfed* . Untuk produk majalah dan produk

cetakan lainnya pada umumnya sebagian besar menggunakan *sheetfed* karena lebih flexibel untuk di proses. Sedangkan sifat kertas pada umumnya dikategorikan menjadi *coated* (tingkat penyerapan tinta rendah dengan pori kertas yang sangat rapat) dan *uncoated* (tingkat penyerapan tinta tinggi dengan pori kertas yang renggang). Dan merk kertas dari rekomendasi pihak pemasok yang biasa berpengaruh terhadap warna dasar kertas, pada umumnya putih kebiruan dan putih kekuningan.

9. Penyelesaian Khusus

Spesifikasi yang merupakan kreasi dari produk majalah yang khusus dilakukan diluar konteks umum percetakan. Biasanya hal tersebut untuk menarik minat pasar baik itu pembaca, pemasang iklan maupun keperluan pelanggan untuk hasil akhir penampilan majalah tersebut sebagai ciri khas dari produk majalahnya. Bentuk spesifikasi ini dapat berupa *UV-Varnish Gloss* atau *Doft*, *UV-Spot*, *Laminating Gloss* atau *Doft*, *Punch*, *Reel*, *Perforasi*, Sisip, Tempel, *Chemical Emboss*, *Emboss*, *Pop-Up*, *3-D*, *Hot-Voil* dan rupa – rupa penyelesaian khusus lainnya. Dimana spesifikasi ini tergantung dari kualitas hasil cetakan yang dihasilkan.

Spesifikasi yang dijabarkan diatas merupakan gambaran umum dari informasi terbentuknya suatu produk majalah. Hal – hal diatas perlu diketahui untuk menjadi acuan proses terhadap proses perakitan terhadap pembentuk utama yang digunakan sebagai atribut penyusun DFMA.

3.2.5 Data Formulir Pelanggan

Dari 52 pelanggan yang berhasil dikunjungi untuk diwawancara didapat prosentase dari tingkat kepentingan dan kepuasan pelanggan sebagaimana hasil sebagai berikut :

- | | | |
|-------------------|---|------|
| 1. Hari | : | 100% |
| 2. Tanggal | : | 100% |

3. **Informasi pelanggan**, yang terdiri dari:
- a. Pelanggan : 100%
 - b. Nama Kontak : 96.15%
 - c. Telpon : 53.85%
 - d. Telpon pribadi : 82.70%
 - e. Kesiediaan : 61.54%
 - f. Alamat : 65.40%
 - g. Email : 51.92%
4. **Konfirmasi**, yang terdiri dari:
- a. Bleed 5 mm : 80.77%
 - b. RGB : 53.85%
 - c. CMYK : 75%
 - d. Penamaan File : 50%
 - e. Joint Picture : 46.15%
 - f. Auto Color : 57.7%
 - g. Size : 69.23%
 - h. Overprint Preview : 53.85%
 - i. Min Line `0.25 pt : 71.15%
 - j. Embedded Fonts : 67.3%
 - k. PDF Setting : 67.3%
 - l. Max Ink Coverage : 65.4%
 - m. Min Text / Image From Trim Mark : 57.7%
 - n. Image Lowres : 69.23%
 - o. Check PDF / No Edisi : 53.85%
5. **Format**, terdiri dari:
- a. Perangkat Lunak : 61.54%
 - b. Plat Form : 76.92%
6. **Aksi** : 96.15%
7. **Respon** : 50%

Dari spesifikasi pendataan diatas dapat dirangkumkan menjadi 7 bagian utama parameter yang dihasilkan, antara lain:

Dari 7 bagian utama diatas 4 diantaranya (**Hari,Tanggal,Informasi** dan **Respon**) merupakan paramater umum pelanggan yang bersifat non teknis. Sedangkan 3 diantaranya (**Konfirmasi,Format** dan **Aksi**) merupakan parameter khusus pelanggan yang bersifat teknis. Dimana parameter khusus pelanggan ini cenderung cocok sebagai penyusun atribut DFMA yang dapat diterjemahkan percetakan secara sistematis yang mempengaruhi dalam menentukan ukuran – ukuran dari ketiga atribut tersebut.

3.2.6 Data Percetakan

Adapun beberapa data teknis atribut tersebut yang didapat dari hasil observasi langsung dengan ahli percetakan (QC dan GRAPITAC) yang mempengaruhi ke 3 bagian atribut utama diatas, antara lain :

1. Konfirmasi berpasangan dengan set profile pada percetakan, hal terukur yang mempengaruhi pada percetakan terhadap mutu standar kualitas cetak majalah adalah kadar PH air pembasah yang berkaitan dengan *contrast* dan *brightnes* (kadar *density* tinta).
2. Format berpasangan dengan art work pada percetakan, hal terukur yang mempengaruhi pada percetakan terhadap mutu standar kualitas cetak majalah adalah kadar *density* tinta terhadap pengaruh *contrast* dan *brightnes* (ketebalan-tipisnya tinta) : 1.40, 1.45, dan 1.50.
3. Aksi berpasangan dengan warna (*color*) pada percetakan, hal terukur yang mempengaruhi pada percetakan terhadap mutu standar kualitas cetak majalah adalah prosentase tinta terhadap 3 merk tinta terekomendasi berturut turut : Cemani Toka, Toyo dan Osmond (L*a*b luasan gabungan 4 warna : *Cyan,Magenta,Yellow*, dan *black/CMYK*).

3.3 PENGOLAHAN DATA

Setelah melakukan pengumpulan data, langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah melakukan pengolahan data. Pada pengolahan data ini sumber yang menjadi fokus penelitian lebih diarahkan kepada percetakan. Hal ini sebagai terjemahan parameter – parameter percetakan yang didapat dari data keinginan pelanggan yang menjadi atribut dalam penyusunan DFMA dan yang akan diuji dengan DOE.

3.3.1 Penyusunan Atribut DFMA

Dalam hal ini, penyusunan atribut DFMA perlu memperhatikan pecahan yang membentuknya. Karena DFMA pada intinya terbentuk dari dua bagian desain utama yang saling berkesinambungan. Hal tersebut di tunjukkan bahwa DFMA terbentuk dari DFA dan DFM. Pada penelitian ini dalam menyusun atribut DFMA diperlukan analisa terhadap DFA desain awal dan analisa terhadap DFM desain awal. Hal ini dimaksudkan agar dapat menentukan ukuran – ukuran dari setiap atribut yang terlibat didalam penyusunan DFMA. Dalam penelitian ini yang menyangkut permasalahan utama adalah mutu standar kualitas hasil cetakan. Untuk itu yang dibahas pada DFMA disini difokuskan pada pembentuk utama proses pencetakan. Dalam penelitian ini diambil oplah 1000 eks untuk minimum order yang boleh dilakukan untuk dapat mencetak pada mesin *offset*.

3.3.1.1 Analisa DFA Desain Awal

Pada analisa DFA desain awal ini merupakan penjabaran dari desain yang sudah ada sebelumnya atau desain yang sedang digunakan percetakan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui bentuk desain yang sedang berjalan, untuk dapat dirancang menjadi bentuk desain baru yang lebih efektif dan efisien. Disamping itu untuk dapat lebih mengenali setiap atribut yang akan diukur dalam rangka merancang kombinasi pengukuran. Analisa ini meliputi dua tahapan utama, antara lain :

1. Analisis DFA produk majalah

Seperti yang telah dibahas sebelumnya mengenai spesifikasi produk majalah, pada tahap analisis DFA ini membahas mengenai seberapa banyak jumlah komponen pembentuk dari spesifikasi produk majalah, waktu proses perakitan

dan estimasi biaya. Pada dasarnya produk majalah secara proses percetakan hanya terdiri dari beberapa lembar plano kertas yang dicetak, tidak lain berupa cetakan. Beberapa komponen pembentuk yang diketahui dalam pembentukan spesifikasi majalah antara lain :

a. Plate

Lapisan logam yang diberikan bahan peka cahaya; umumnya aluminium base. Berfungsi sebagai acuan untuk proses pembentukan image pada cetakan. Dimensi plate menyesuaikan ukuran mesin yang dimiliki. Tingkat ketahanan produksi sesuai jenis order (*short, medium* dan *long run*). Untuk data *plate* rata – rata penggunaan yang diketahui dari QC dan GRAPITAC sebanyak 8 pcs *plate* (2xCMYK) untuk sekali cetakan bolak – balik cetakan premium normal. 4 pcs *plate* (CMYK) digunakan untuk sisi A pada kertas dan 4 pcs *plate* (CMYK) lainnya digunakan untuk sisi B (sisis sebaliknya) pada kertas yang sama pula. Pembuatan dan persiapan cetak 1 *plate* memerlukan waktu selama 7 menit.

b. Kertas

Bahan yang secara langsung ikut dan terlihat pada produk jadi. Dimensi; gramatur, panjang dan lebar. Penentuan ukuran plano menyesuaikan ukuran produk (efisiensi kertas). Karakter arah serat ideal sejajar dengan punggung majalah atau horizontal pada plano. Plano merupakan lembaran kertas cetak setara dengan kuran A0. Hanya terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan ukuran untuk berbagai merk kertas. Pada 1 plano kertas dapat dibentuk mejadi 16 halaman majalah atau setara dengan 8 lembar kertas majalah. Penggunaan kertas untuk cetakan premium normal/plano (16 halaman) diketahui :

Oplah	:	1000 pcs
Waste cetak baik bolak balik (4/4)	:	360 pcs
Waste lipat	:	50 pcs
Waste jilid	:	100 pcs
Waste UV- Varnish	:	50 pcs
Total penggunaan kertas	:	1560 pcs

Sedangkan durasi yang dilalui untuk penggunaan kertas hanya pada proses pemotongan sebelum dicetak dengan minimum pemotongan diketahui :

Starting	:	10	menit
Persiapan	:	5	menit
Pemotongan	:	2.75	menit
Total durasi penggunaan kertas	:	17.75	menit

c. Tinta

Cairan kental agak lengket, terdiri dari pigment yang didispersikan secara halus dan merata di dalam varnish. Memberikan lapisan kontras terhadap bahan cetakan kertas (kecuali *invisible ink*). Spek disesuaikan dengan jenis bahan cetak. Jenis tinta; Proses dan Khusus. Diketahui penggunaan tinta mengikuti warna proses cetak yaitu 8 pcs (2xCMYK) untuk dua sisi cetakan. Dengan jumlah 1 pcs/kg setiap warnanya. Untuk minimum order hanya digunakan 1 kg tinta/ warna proses untuk 1 sisi cetakan. Durasi pengadaan dan persiapan dibutuhkan waktu 10 menit/pcs.

Berikut dari sumber percetakan terdapat data – data komponen pembentuk utama cetakan yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.3.1.1.1 Komponen Pembentuk Utama Cetakan/Plano

<i>Component</i>	<i>Time/pcs</i> <i>(minutes)</i>	<i>Price/pcs</i> <i>(Rp)</i>
<i>Plate</i>	7	250.000
<i>Paper</i>	N/A	1.000
<i>Ink</i>	10	125.000
<i>Proof</i>	N/A	2.160
<i>Print</i>	0.015	2.160

Sumber : QC dan GRAPITAC

Dengan demikian, didapat analisa DFA desain awal terhadap cetakan sebagai berikut :

Tabel 3.3.1.1.2 Tabel DFA Desain Awal Cetak/Plano

<i>Component</i>	<i>Number</i>	<i>Part Count</i>	<i>Assembly Time (minutes)</i>	<i>Assembly Cost (Rp)</i>
<i>Plate Side A</i>	4	1	28	1000.000
<i>Plate Side B</i>	4		28	1000.000
<i>Paper Need</i>	1000	1	17.75	1000.000
<i>Waste Paper Proof</i>	360			360.000
<i>Waste Paper Fold</i>	50			50.000
<i>Waste Paper Bind</i>	100			100.000
<i>Waste Paper UV-V</i>	50			50.000
<i>Ink Side A</i>	4	1	40	500.000
<i>Ink Side B</i>	4		40	500.000
<i>Proof Side A</i>	-	-	30	777.600
<i>Proof Side B</i>	-	-		
<i>Print Side A</i>	-	-	18	2.592.000
<i>Print Side B</i>	-	-		
Totals	1576	3	201.75	7.929.600

Sumber : QC dan GRAPITAC

2. Perhitungan *assembly efficiency* produk awal

Bahan yang penting dari metode DFA adalah penggunaan ukuran dari DFA indeks atau "efisiensi perakitan" dari desain yang diusulkan. Secara umum, kedua faktor utama yang mempengaruhi biaya perakitan produk atau sub-perakitan adalah

- a. Jumlah bagian dalam produk
- b. Kemudahan penanganan, sisipan, dan pengikat dari bagian-bagian

DFA indeks yang merupakan angka yang diperoleh dengan membagi minimum teori waktu perakitan dengan actual waktu perakitan. Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung DFA indeks. Dimana data yang dibutuhkan minimum teori jumlah bagian, waktu dasar perakitan untuk satu bagian, dan perkiraan waktu untuk menyelesaikan perakitan dari suatu produk. Dasar waktu perakitan adalah waktu rata – rata untuk suatu bagian yang disajikan tanpa penanganan, sisipan, atau dengan kesulitan tinggi.

Angka yang didapat untuk minimum teori jumlah bagian mewakili bagian dari situasi ideal dimana bagian yang terpisah digabungkan menjadi satu bagian tak terkecuali, sebagai masing-masing bagian akan ditambahkan ke dalam perakitan, salah satu kriteria berikut ini yang harus dipenuhi :

1. Selama mode pengoperasian normal dari produk, bagian tersebut relatif bergerak seluruh bagian yang siap dirakit. (pergerakan kecil tidak memenuhi syarat jika dapat diperoleh melalui suatu penggunaan)
2. Suatu bagian harus menjadi bagian dari bahan yang berbeda, atau harus terisolasi dari semua bagian lain perakitan (untuk isolasi, isolasi listrik, getaran pembasahan, dll).
3. Bagian tersebut harus terpisah dari semua komponen perakitan lainnya; sebaliknya pertemuan bagian – bagian perakitan dari salah satu kriteria sebelumnya akan dicegah.

Dari data yang didapatkan pada analisis DFA yang didapat pada table diatas, diketahui total waktu perakitan $T_1 = 201.75$ mnt. Disamping itu diketahui pula total bagian 3 dan rata waktu perakitan 17.75 mnt. Dengan demikian teori waktu perakitan yang diperoleh $T_2 = 53.25$. Sehingga didapat desain efisiensi perakitan :

$$\eta = \frac{T_2}{T_1} = 0.2639 \text{ atau } 26.39\% \quad (3.3.1.1.1)$$

3.3.1.2 Analisa DFM Desain Awal

Pada analisa DFM desain awal ini merupakan penjabaran dari desain yang sudah ada sebelumnya atau desain yang sedang digunakan percetakan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui bentuk desain yang sedang berjalan, untuk dapat dirancang menjadi bentuk desain baru yang lebih efektif dan efisien. Disamping itu untuk dapat lebih mengenali setiap atribut yang akan diukur dalam rangka merancang kombinasi pengukuran. Analisa ini meliputi tiga tahapan utama, antara lain :

1. Estimasi biaya komponen

Merupakan biaya perhitungan komponen – komponen pembentuk utama dari produk majalah. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang digunakan dalam DFM desain awal terhadap komponen – komponen

pembentuk utama dari produk majalah tersebut. Berbeda dengan DFA pada DFM seluruh komponen dilakukan pengestimasian biaya komponen seperti berikut :

Tabel 3.3.1.2.1 Tabel DFM Desain Awal Komponen Cetakan/Plano

<i>Component</i>	<i>Number</i>	<i>Part Count</i>	<i>Assembly Time (minutes)</i>	<i>Assembly Cost (Rp)</i>
<i>Plate Side A</i>	4	1	28	1.000.000
<i>Plate Side B</i>	4		28	1.000.000
<i>Paper Need</i>	1000	1	17.75	1.000.000
<i>Waste Paper Proof</i>	360			360.000
<i>Waste Paper Fold</i>	50			50.000
<i>Waste Paper Bind</i>	100			100.000
<i>Waste Paper UV-V</i>	50			50.000
<i>Ink Side A</i>	4	1	40	500.000
<i>Ink Side B</i>	4		40	500.000
<i>UV-Varnish</i>	1	1	28	86.000
<i>Hot Melt</i>	1	1	83.4	220.000
<i>Shrink Pack</i>	1	1	36	84.000
<i>Totals Component</i>	1579	6	301.15	4.950.000

Sumber : QC dan GRAPITAC

Dari tabel diatas dapat dilihat estimasi biaya komponen yang membentuk cetakan/plano menjadi produk majalah dengan total estimasi biaya komponen sebesar Rp. 4.950.000,-

2. Estimasi biaya proses perakitan

Merupakan biaya perhitungan proses perakitan pembentuk utama dari produk majalah. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang digunakan dalam DFM desain awal terhadap proses perakitan pembentuk utama dari produk majalah tersebut yang saling terkait. Pada proses perakitan ini terdapat tiga proses utama perakitan yaitu *print preparation*, *printing* dan *finishing*. Dapat disajikan pada DFM seluruh komponen dilakukan pengestimasian biaya seperti berikut :

Tabel 3.3.1.2.2 Tabel DFM Desain Awal Proses Cetakan/Plano

<i>Process/Component</i>	<i>Number</i>	<i>Part Count</i>	<i>Assembly Time (minutes)</i>	<i>Assembly Cost (Rp)</i>
<i>Plate Side A</i>	4	1	28	1.000.000
<i>Plate Side B</i>	4		28	1.000.000
<i>Print Preparation</i>	8	1	56	2.000.000
<i>Paper Need</i>	1000	1	17.75	1.000.000
<i>Waste Paper Proof</i>	360			360.000
<i>Waste Paper Fold</i>	50			50.000
<i>Waste Paper Bind</i>	100			100.000
<i>Waste Paper UV-V</i>	50			50.000
<i>Ink Side A</i>	4			1
<i>Ink Side B</i>	4	40	500.000	
<i>Proof Side A</i>	-	-	30	777.600
<i>Proof Side B</i>	-	-		
<i>Print Side A</i>	-	-	18	2.592.000
<i>Print Side B</i>	-	-		
<i>Printing</i>	1568	2	145.75	5.929.600
<i>Complete Printout</i>	-	-	20	15.000
<i>Fold</i>	-	-	35	1.200.000
<i>UV-Varnish</i>	1	1	28	86.000
<i>Complete Fold</i>	-	-	20	15.000
<i>Binding</i>	1	1	83.4	1.760.000
<i>Sort</i>	-	-	60	15.000
<i>Shrink Pack</i>	1	1	36	84.000
<i>Finishing</i>	3	3	282.4	3.175.000
<i>Totals Process</i>	1579	6	484.15	11.104.600

Sumber : QC dan GRAPITAC

Dari tabel diatas dapat dilihat estimasi biaya proses yang membentuk cetakan/plano menjadi produk majalah dengan total estimasi biaya proses sebesar Rp. 11.104.600,-

3.3.2 Menentukan Ukuran – ukuran Dari Setiap Atribut

Dalam hal ini, parameter – parameter yang telah didapatkan dari pelanggan maupun percetakan ditentukan sebagai pengukuran penyusunan atribut DFMA. Dengan demikian, atribut DFMA yang akan disusun tersebut akan mempunyai ukuran – ukuran yang dapat digunakan untuk merancang kombinasi pengaturan yang akan terbentuk pada tahap pengolahan data. Hal tersebut sangatlah penting untuk melakukan perhitungan pada saat tahap pengujian rancangan kombinasi pengaturan tersebut. Diharapkan terdapat perbedaan dan pengaruh yang berarti terhadap hasil perhitungan dengan ukuran – ukuran yang telah ditentukan pada pengujian rancangan kombinasi yang telah terbentuk. Sehingga akan didapatkan hasil rancangan kombinasi pengaturan percetakan produk majalah yang dapat meningkatkan mutu standar kualitas hasil cetakan yang sesuai dengan keinginan pelanggan.

3.3.3 Merancang Kombinasi Pengaturan

Dalam merancang kombinasi pengaturan percetakan produk majalah ini, di perlukan atribut – atribut yang telah ditentukan pengukurannya pada DFMA. Atribut – atribut tersebut didapatkan dari data – data pelanggan maupun percetakan yang telah didapat sebelumnya pada pengumpulan data. Dimana data yang telah didapat, digunakan sebagai parameter – parameter dalam penyusunan atribut DFMA yang terbentuk. Disamping itu, perlu diketahui pula pembentuk utama yang menyusun terbentuknya rancangan kombinasi pengaturan yang dimaksud. Dalam hal ini rancangan kombinasi yang difokuskan adalah pada pencetakan (*printing*). Sebagaimana tujuan awal dari penelitian ini bahwa dengan dirancangnya kombinasi pengaturan diharapkan dapat meningkatkan mutu standar hasil cetakan.

Pada awalnya cetak didasarkan pada proof yang didasarkan pada atribut – atribut yang terdiri dari :

1. *Operator skill*

Merupakan atribut yang digunakan percetakan untuk melakukan cetak dengan mengandalkan kemampuan operator untuk dapat mendapatkan *contrast* dan *brightness* pada cetakan yang dihasilkan. Hasil cetakan yang didapatkan hanya

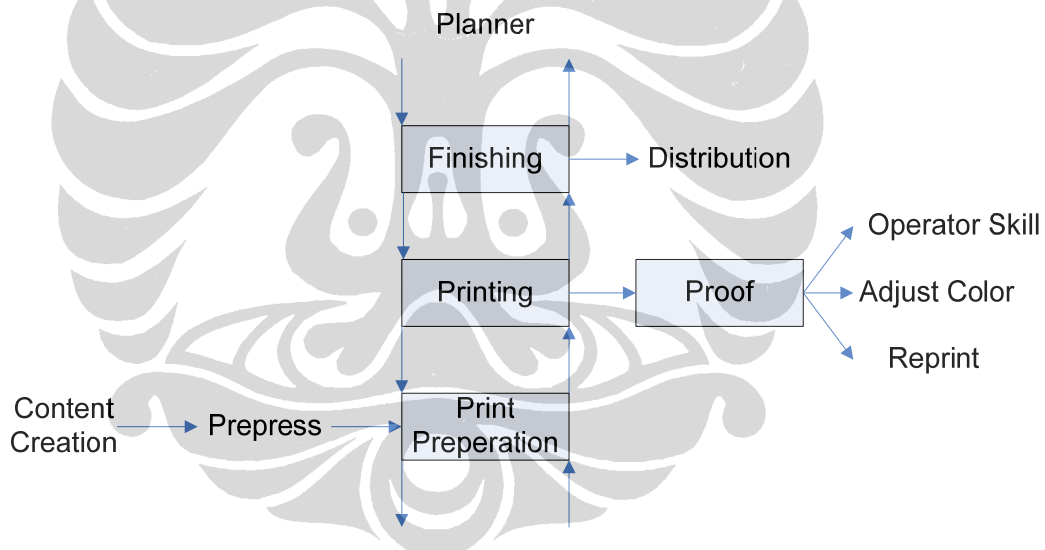
berdasarkan prediksi pengalaman yang sering dialami oleh para operator dalam melakukan cetak.

2. *Adjust Color*

Atribut yang digunakan percetakan untuk mendapatkan warna yang sesuai dengan file cetak yang telah dibuat pada *plate*. Hasil dari atribut yang digunakan hanya memberikan hasil cetakan yang mengarah pada kemampuan mesin.

3. Reprint

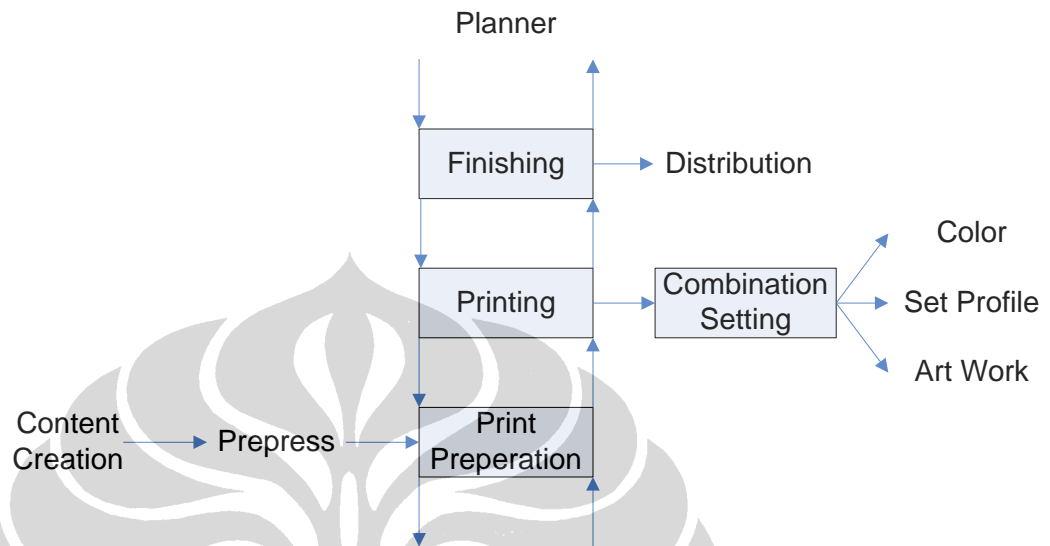
Merupakan salah satu atribut yang dilakukan secara berulang dikarenakan ketidak stabilan terhadap hasil cetakan yang tidak merata. Bahkan terhadap cetakan yang terlalu tebal. Cetakan yang terlalu tebal tersebut dapat menyebabkan terjadinya *smeet*. Akibat dari *smeet* ini menyebabkan hasil cetakan lama kering bahkan dapat menghambat proses pekerjaan berikutnya. Berikut desain awal DFMA terhadap cetak yang digunakan percetakan.



Gambar 3.3.3.1 Cetak Berdasarkan Proof

Desain awal DFMA tersebut diatas dirasa sangat dapat menurunkan mutu standar kualitas hasil cetakan yang dihasilkan. Untuk itu, maka dirancanglah kombinasi pengaturan. Dimana kombinasi pengaturan tersebut didapat dari hasil pengolahan data pelanggan sebelumnya yang dijadikan atribut dalam penyusunan desain baru DFMA seperti yang telah di bahas pada data percetakan, yaitu pada atribut warna, *set profile*,

dan *art work*. Berikut desain baru DFMA terhadap cetak yang digunakan percetakan setelah pengolahan data.



Gambar 3.3.3.2 Cetak Berdasarkan Kombinasi Pengaturan

Dengan demikian dari data yang telah diolah didapatkan rancangan desain baru DFMA dengan hasil yang lebih baik dari sebelumnya, dalam hal ini rancangan kombinasi pengaturan pada cetak.

3.3.3.1 Kombinasi Pengaturan DFA Desain Baru

Pada analisa DFA desain baru ini merupakan penjabaran dari desain yang lebih baik dari sebelumnya. Dimana pada desain baru ini proof digantikan dengan kombinasi pengaturan dengan eksperimen yang dilakukan percetakan. Desain baru ini, lebih efektif dan efisien tentunya dari yang sebelum. Disamping itu atribut yang terdapat dalam rancangan kombinasi pengukuran ini sudah lebih jelas dan terukur.

1. Analisis DFA kombinasi pengaturan

Dari hasil eksperimen rancangan kombinasi pengaturan yang dilakukan oleh percetakan dapat dianalisis DFA. Dengan demikian didapat kombinasi pengaturan DFA desain baru terhadap cetakan sebagai berikut :

Tabel 3.3.3.1.1 Tabel DFA Desain Baru Cetakan/Plano

<i>Component</i>	<i>Number</i>	<i>Part Count</i>	<i>Assembly Time (minutes)</i>	<i>Assembly Cost (Rp)</i>
<i>Plate Side A</i>	4	1	28	1000.000
<i>Plate Side B</i>	4		28	1000.000
<i>Paper Need</i>	1000	1	17	1000.000
<i>Waste Paper Comb</i>	200			200.000
<i>Waste Paper Fold</i>	50			50.000
<i>Waste Paper Bind</i>	100			100.000
<i>Waste Paper UV-V</i>	50			50.000
<i>Ink Side A</i>	4	1	40	500.000
<i>Ink Side B</i>	4		40	500.000
<i>Combination A</i>	-	-	20	432.000
<i>Combination B</i>	-	-		
<i>Print Side A</i>	-	-	18	2.592.000
<i>Print Side B</i>	-	-		
Totals	1416	3	191	7.424.000

Sumber : QC dan GRAPITAC

2. Perhitungan *assembly efficiency* kombinasi pengaturan

Dari data yang didapatkan pada analisis DFA yang didapat pada tabel diatas, diketahui total waktu perakitan $T_1 = 191$ mnt. Disamping itu diketahui pula total bagian 3 dan rata waktu perakitan 17 mnt. Dengan demikian teori waktu perakitan yang diperoleh $T_2 = 51$. Sehingga didapat desain efisiensi perakitan :

$$\eta = \frac{T_2}{T_1} = 0.2670 \text{ atau } 26.70\%$$

3.3.3.2 Analisa DFM Desain Baru

Pada analisa DFM desain baru ini merupakan penjabaran dari desain yang lebih baik dari sebelumnya. Desain baru yang ini lebih efektif dan efisien tentunya dari yang sebelum. Disamping itu atribut yang terdapat dalam rancangan kombinasi pengukuran ini sudah lebih jelas dan terukur layaknya sama dengan DFA kombinasi pengatersebut..

1. Estimasi biaya komponen

Merupakan biaya perhitungan komponen – komponen pembentuk utama dari produk majalah yang berupa cetakan. Memperlihatkan perbandingan besar biaya yang digunakan dalam DFM desain baru ini terhadap komponen – komponen pembentuk utama dari produk majalah dari DFM yang sebelumnya. Seperti yang sebelumnya, berbeda dengan DFA pada DFM seluruh komponen dilakukan pengestimasi biaya seperti berikut :

Tabel 3.3.3.2.1 Tabel DFM Desain Baru Komponen Cetak/Plano

<i>Component</i>	<i>Number</i>	<i>Part Count</i>	<i>Assembly Time (minutes)</i>	<i>Assembly Cost (Rp)</i>
<i>Plate Side A</i>	4	1	28	1.000.000
<i>Plate Side B</i>	4		28	1.000.000
<i>Paper Need</i>	1000	1	17	1.000.000
<i>Waste Paper Comb</i>	200			200.000
<i>Waste Paper Fold</i>	50			50.000
<i>Waste Paper Bind</i>	100			100.000
<i>Waste Paper UV-V</i>	50			50.000
<i>Ink Side A</i>	4	1	40	500.000
<i>Ink Side B</i>	4		40	500.000
<i>UV-Varnish</i>	1	1	26.6	77.200
<i>Hot Melt</i>	1	1	83.4	220.000
<i>Shrink Pack</i>	1	1	36	84.000
<i>Totals Component</i>	1419	6	299	4.781.200

Sumber : QC dan GRAPITAC

Dari tabel diatas dapat dilihat estimasi biaya komponen yang membentuk cetakan/plano menjadi produk majalah dengan total estimasi biaya komponen sebesar Rp. 4.781.200,-

2. Estimasi biaya proses perakitan

Merupakan biaya perhitungan proses perakitan pembentuk utama dari produk majalah yang terdiri dari cetakan. Memperlihatkan perbandingan besar biaya yang digunakan dalam DFM desain baru ini terhadap proses perakitan

pembentuk utama dari produk majalah tersebut yang saling terkait. Pada proses perakitan ini masih tetap terdapat tiga proses utama perakitan yaitu *print preparation*, *printing* dan *finishing*. Dapat disajikan pada DFM seluruh komponen dilakukan pengestimasi biaya seperti berikut :

Tabel 3.3.3.2.2 Tabel DFM Desain Baru Proses Cetakan/Plano

<i>Process/Component</i>	<i>Number</i>	<i>Part Count</i>	<i>Assembly Time (minutes)</i>	<i>Assembly Cost (Rp)</i>
<i>Plate Side A</i>	4	1	28	1.000.000
<i>Plate Side B</i>	4		28	1.000.000
<i>Print Preparation</i>	8	1	56	2.000.000
<i>Paper Need</i>	1000	1	17	1.000.000
<i>Waste Paper Comb</i>	200			200.000
<i>Waste Paper Fold</i>	50			50.000
<i>Waste Paper Bind</i>	100			100.000
<i>Waste Paper UV-V</i>	50			50.000
<i>Ink Side A</i>	4	1	40	500.000
<i>Ink Side B</i>	4		40	500.000
<i>Combination A</i>	-	-	20	432.000
<i>Combination B</i>	-	-		
<i>Print Side A</i>	-	-	18	2.592.000
<i>Print Side B</i>	-	-		
<i>Printing</i>	1408	2	135	5.424.000
<i>Complete Printout</i>	-	-	20	15.000
<i>Fold</i>	-	-	35	1.200.000
<i>UV-Varnish</i>	1	1	26.6	77.200
<i>Complete Fold</i>	-	-	20	15.000
<i>Binding</i>	1	1	83.4	1.760.000
<i>Sort</i>	-	-	60	15.000
<i>Shrink Pack</i>	1	1	36	84.000
<i>Finishing</i>	3	3	281	3.166.200
<i>Totals Process</i>	1419	6	472	10.590.200

Sumber : QC dan GRAPITAC

Dari tabel diatas dapat dilihat estimasi biaya proses yang membentuk cetakan/plano menjadi produk majalah dengan total estimasi biaya proses sebesar Rp. 10.590.200,-

3.3.4 Pengujian Kombinasi Pengaturan dengan DOE

Untuk mendapat kepastian mengenai hasil kombinasi pengaturan yang telah disusun tersebut, maka layaknnya dilakukan pengujian. Pengujian tersebut layaknnya bersifat wajib dilakukan untuk mengetahui kebenaran yang terjadi terhadap eksperimen tersebut. Pada pengujian kombinasi pengaturan ini dilakukan dengan DOE (Design Of Experiment). DOE yang digunakan dalam penelitian ini lebih terarah dan tepat pada metode penyelesaian perancangan eksperimen dengan *factorial design* dilihat dari kesesuaian – kesesuaian yang ada dibandingkan dengan metode penyelesaian lainnya. Karena terkenal dengan paling efisien dan apa yang kita maksudkan untuk percobaan yang lengkap atau replikasi terhadap semua kombinasi level terhadap faktor – faktor dapat diketahui.

Dengan dipetakannya kombinasi pengaturan cetak diatas, maka parameter yang dapat dilakukan sesuai terhadap perhitungan *factorial design* dengan *Three-Level (3k) Factorial Design*. Dimana berikut tiga parameter kombinasi pengaturan tersebut:

a = 3 (Warna /Tinta) b = 2 (PH air pembasah) c = 3 (Density) n = 3 (replikasi)

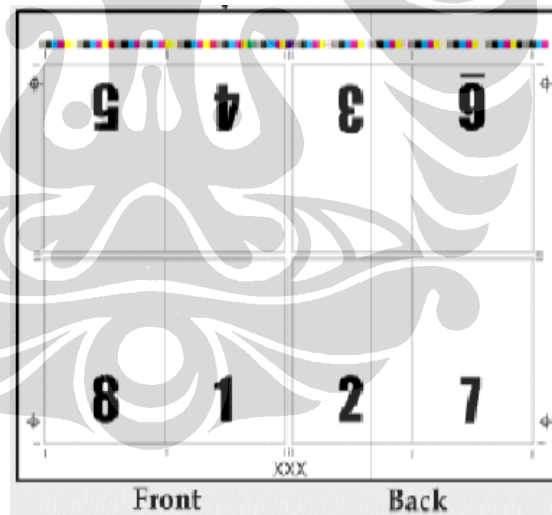
Tabel 3.3.4.1 Tabel Eksperimen Kombinasi Pengaturan Cetakan/Plano

Warna (Tinta)	PH air pembasah					
	Contrast (C)			Brightness (B)		
	Density			Density		
	1.4	1.45	1.5	1.4	1.45	1.5
Cemani Toka (CT)						
Toyo (T)						
Osmond (O)						

Sumber : QC dan GRAPITAC

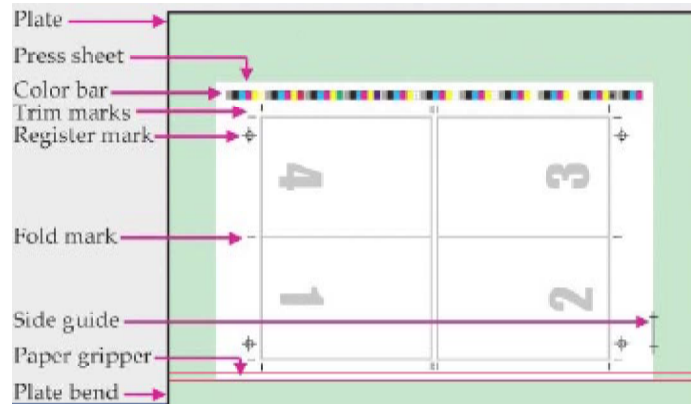
(L*a*b luasan gabungan 4 warna : Cyan,Magenta,Yellow, dan blakK) : 270 % (C:50%, M:60%,Y:60%,dan K: 100%), 310 (C:60%, M:70%,Y:80%,dan K: 100%) dan 340% (C:70%, M:80%,Y:90%,dan K: 100%)

Dari eksperimen yang dilakukan dengan ketentuan yang sesuai dengan kombinasi pengaturan, didapatkan hasil luasan gabungan warna (yang merupakan terjemahan dari L*a*b warna) terhadap beberapa tinta yang sering digunakan percetakan dapat memberikan hasil mutu standar kualitas hasil cetakan, agar lebih dapat berinteraksi secara optimal. Tentunya diharapkan optimal dari keadaan semula. Dalam pencetakan suatu barang ada tiga faktor yang perlu diperhatikan, yaitu pengaruh warna (ada tiga merk tinta), *density* yang dipakai dalam percobaan (tiga *density*), dan PH air pembasah proses pencetakan (contrast dan brightness). Tiga replikasi diambil dari tiap kombinasi faktor dengan menggunakan *spektrometer* atau yang lebih kenal didengar dengan *densitometer* (untuk mengukur warna cetak) pada hasil cetakan. Dimana sebelumnya terdapat atribut – atribut yang terdapat pada tiap cetakan yang akan dicetak diimposisi terlebih dahulu berdasarkan ukurannya.



Gambar 3.3.4.1 Pola Imposisi Digital Pada Cetakan

Imposisi digital yang merupakan pengaturan/penyusunan halaman-halaman secara digital menurut pola atau tata letak yang sudah di rencanakan, sehingga setelah dicetak dan dilipat,halaman tersebut menjadi berurutan tiap katerennya. Pada imposition ini terdapat beberapa keterangan yang berfungsi menjaga kualitas hasil cetak.

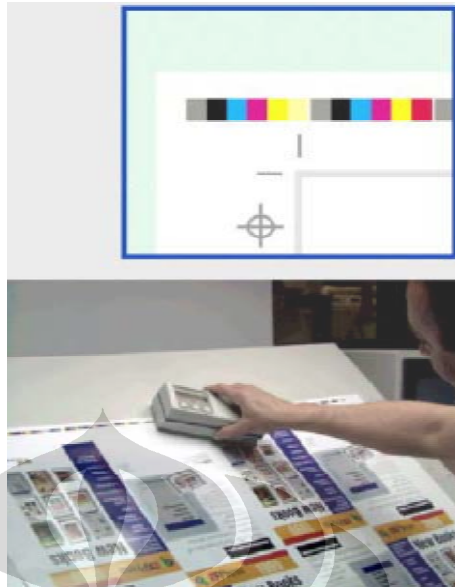


Gambar 3.3.4.2 Keterangan Pola Imposisi Digital Pada Cetakan



Gambar 3.3.4.3 Fungsi Kualitas Register Warna Cetak

Salah satu keterangan yang sangat penting dari hasil imposition tersebut adalah color bar. *Color bar* tercetak pada pinggiran area cetak yang berguna untuk memonitoring masalah yang terjadi pada cetakan seperti *density* tinta, *dot gain*, dan kekontrasan cetak. *Color bar* biasanya tercetak pada posisi ekor dari lembaran cetak. Dengan demikian, adanya color bar yang tertera pada tiap hasil cetakan dapat mewakili banyaknya ragam warna yang terdapat pada cetakan. Dan dengan bantuan *densitometer* sebagai alat ukur yang mewakili warna cetak tersebut maka konsistensi kualitas hasil cetakan dapat dijaga ,bahkan ditingkatkan.



Gambar 3.3.4.4 Pengukuran Warna Cetak Pada *Color Bar* Dengan *Densitometer*

Diputuskan bahwa interaksi antara faktor perlu diselidiki. Hasil eksperimen secara lengkap dapat dilihat pada tabel dibawah ini,

Tabel 3.3.4.2 Tabel Pendahuluan Hasil Eksperimen Kombinasi Pengaturan Cetakan/Plano

Warna (Tinta)	PH air pembasah					
	Contrast (C)			Brightness (B)		
	Density			Density		
	1.4	1.45	1.5	1.4	1.45	1.5
Cemani Toka (CT)	275.0	295.0	310.0	290.0	295.0	340.0
	285.0	280.0	320.0	275.0	320.0	320.0
	270.0	300.0	340.0	270.0	295.0	330.0
Toyo (T)	280.0	320.0	305.0	310.0	290.0	295.0
	275.0	290.0	325.0	310.0	295.0	310.0
	270.0	310.0	325.0	285.0	280.0	290.0
Osmond (O)	270.0	310.0	340.0	325.0	325.0	310.0
	280.0	315.0	310.0	315.0	300.0	285.0
	295.0	305.0	330.0	295.0	280.0	270.0

Sumber : QC dan GRAPITAC

Dengan demikian untuk dapat menguji kombinasi pengaturan tersebut diperlukan analisis varian untuk menguji keberartian pengaruh dari ketiga faktor diatas yang merupakan atribut – atribut penyusun DFMA (taraf keberartian 0,05).

Pada pendahuluan kombinasi pengaturan diatas dapat dijabarkan menjadi beberapa faktor berpengaruh dan beberapa interaksi antar faktor berpengaruh tersebut. Ini tidak mudah diselesaikan dengan metode sederhana 2 faktor, melainkan dengan metoda *factorial design* 3 faktor.

Dalam kombinasi pengaturan diatas terdapat 3 faktor yang berpengaruh, yaitu :

- a. Faktor A : pengaruh warna (tinta) \rightarrow (i)
- b. Faktor B : PH air pembasah, proses cetak \rightarrow (j)
- c. Faktor C : *density* yang ditetapkan \rightarrow (k)

Percobaan dilakukan untuk menyelidiki faktor yang berpengaruh dan interaksi antara faktor tersebut dengan cara :

- a. Faktor A : (diambil 3 tinta "i" yaitu tinta cemani toka, toyo, dan osmond) bertaraf "a"
- b. Faktor B : (Tingkat PH "j" yang digunakan yaitu *contrast* dan *brightness*) bertaraf "b"
- c. Faktor C : (diambil 3 tetapan *density* "k" yang digunakan yaitu density 1.4, 1.45 dan 1.5) bertaraf "c"
- d. Interaksi factor A,B : (interaksi tinta dengan PH "ij") bertaraf "ab"
- e. Interaksi factor A,C : (interaksi tinta dengan PH "ik") bertaraf "ac"
- f. Interaksi factor B,C : (interaksi tinta dengan PH "jk") bertaraf "bc"
- g. Interaksi factor A,B,C: (interaksi tinta dengan PH "ijk") bertaraf "abc"

Akan dilakukan analisa varian untuk menguji pengaruh dari ketiga faktor tersebut pada ($\alpha = 0,05$). Componen dari analisa varian 3 faktor (3^k) ini adalah:

- ✓ a = 3
- ✓ b = 2
- ✓ c = 3
- ✓ n = 3

Uji hipotesisi dengan menggunakan batasan tingkat kepercayaan seperti diatas dan faktor faktor yang berinteraksi maka dapat dijabarkan fariasi Ho dan H1 adalah sbb:

1. Uji hipotesis factor berpengaruh A (i)

$$SS_A = \frac{1}{bcn} \sum_{i=1}^a y_i^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.1)$$

$$H_0 : \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0$$

$$H_1 : \text{at least one } \delta \neq 0$$

2. Uji hipotesis factor berpengaruh B (j)

$$SS_B = \frac{1}{acn} \sum_{j=1}^b y_{.j}^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.2)$$

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1 : \text{at least one } \beta \neq 0$$

3. Uji hipotesis factor berpengaruh C (k)

$$SS_C = \frac{1}{abn} \sum_{k=1}^c y_{.k}^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.3)$$

$$H_0 : \phi_1 = \phi_2 = \phi_3 = 0$$

$$H_1 : \text{at least one } \phi_k \neq 0$$

4. Uji hipotesis factor yang berinteraksi A,B (ij)

$$SS_{\text{Subtotal (AB)}} = \frac{1}{cn} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij} - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.4)$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{cn} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij} - \frac{y^2 \dots}{abcn} - SS_A - SS_B \quad (3.3.4.5)$$

$$H_0 : (\sigma\beta_{ij}) = 0 \text{ untuk } i, j$$

$$H_1 : \text{at least one } (\sigma\beta_{ij}) \neq 0$$

5. Uji hipotesis factor yang berinteraksi A,C (ik)

$$SS_{\text{Subtotal (AC)}} = \frac{1}{cn} \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c y_{ik}^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.6)$$

$$SS_{AC} = \frac{1}{cn} \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c y_{ik}^2 - \frac{y^2 \dots}{abcn} - SS_A - SS_B \quad (3.3.4.7)$$

Ho : $(\sigma\phi)_{ik} = 0$ untuk i,k

Hi : at least one $(\sigma\phi)_{ik} \neq 0$

6. Uji hipotesis factor yang berinteraksi B,C (jk)

$$SS_{\text{Subtotal (BC)}} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y^2_{.jk} - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.8)$$

$$SS_{BC} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y^2_{.jk} - \frac{y^2 \dots}{abcn} - SS_B - SS_C \quad (3.3.4.9)$$

Ho : $(\beta\phi)_{jk} = 0$ untuk j,k

Hi : at least one $(\beta\phi)_{jk} \neq 0$

7. Uji hipotesis factor yang berinteraksi A,B,C (ijk)

$$SS_{\text{Subtotal (ABC)}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.10)$$

$$SS_{ABC} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{y^2 \dots}{abcn} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} - SS_{BC} \quad (3.3.4.11)$$

Ho : $(\sigma\beta\phi)_{ijk} = 0$

Hi : at least one $(\sigma\beta\phi)_{ijk} \neq 0$

$$\gamma_{ijkl} = \mu + \sigma_i + \beta_j + \gamma_k + (\sigma\beta)_{ij} \quad (3.3.4.12)$$

$$+ (\sigma\phi)_{ik} + (\beta\phi)_{jk}$$

$$+ (\sigma\beta\phi)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

$$i = 1, 2 \dots a$$

$$j = 1, 2 \dots b$$

$$k = 1, 2 \dots c$$

$$l = 1, 2 \dots n$$

Dari tabel pendahuluan diatas dilakukan perhitungan jumlah tiap faktor dan jumlah interaksi faktor tersebut, maka didapat hasil dengan tabel dibawah ini:

Tabel 3.3.4.3 Tabel Pengolahan Hasil Eksperimen Kombinasi Pengaturan Cetakan/Plano

Warna (Tinta)	PH air Pembasah												yi...
	Contrast (C)						Brightness (B)						
	Density						Density						
	1.4		1.45		1.5		1.4		1.45		1.5		
Cemani Toka (CT)	275		295		310		290		295		340		5410
	285	830	280	875	320	970	275	835	320	910	320	990	
	270		300		340		270		295		330		
Toyo (T)	280		320		305		310		290		295		5365
	275	825	290	920	325	955	310	905	295	865	310	895	
	270		310		325		285		280		290		
Osmond (O)	270		310		340		325		325		310		5460
	280	845	315	930	310	980	315	935	300	905	285	865	
	295		305		330		295		280		270		
B x C Total y.jk	2500		2725		2905		2675		2680		2750		y...
yj...	8130						8105						16235

Tabel 3.3.4.4 Tabel AxB Total
(y.ij)

Faktor A (i)	Faktor B (j)		
	C	B	yi...
CT	2675	2735	5410
T	2700	2665	5365
O	2755	2705	5460
yj...	8130	8105	

Tabel 3.3.4.5 Tabel AxC Total (y.ik)

Faktor A (i)	Faktor C (k)		
	1.45	1.45	1.5
CT	1665	1785	1960
T	1730	1785	1850
O	1780	1835	1845
yk...	5175	5405	5655

3.3.4.1 Perhitungan *Sum Square*

1. *Sum Square* komponen faktor

a. *Sum Square* Tinta (A)

$$\text{Tinta} = \frac{1}{bcn} \sum_{i=1}^a y_i^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.1.1)$$

$$SS_A = 250.9259$$

b. *Sum Square* PH (B)

$$\text{PH} = \frac{1}{acn} \sum_{j=1}^b y_{.j}^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.1.2)$$

$$SS_B = 11.5741$$

c. *Sum Square* Density (C)

$$\text{Density} = \frac{1}{abn} \sum_{k=1}^c y_{j^2.k}^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.1.3)$$

$$SS_C = 6403.7037$$

2. *Sum Square* interaksi 2 komponen factor

a. *Sum Square* Interaksi Tinta dengan PH (AxB)

$$SS_{\text{Subtotal (AB)}} = \frac{1}{cn} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.1.4)$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{cn} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 \dots - \frac{y^2 \dots}{abcn} - SS_A - SS_B \quad (3.3.4.1.5)$$

$$SS_{AB} = 395.3703$$

b. *Sum Square* Interaksi Tinta dengan *Density* (AxC)

$$SS_{\text{Subtotal (AC)}} = \frac{I}{cn} \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c y_{i.k}^2 - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.1.6)$$

$$SS_{AC} = \frac{I}{cn} \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c y_{i.k}^2 - \frac{y^2 \dots}{abcn} - SS_A - SS_C \quad (3.3.4.1.7)$$

$$SS_{AC} = 2543.5185$$

c. *Sum Square* Interaksi PH dengan *Density* (BxC)

$$SS_{\text{Subtotal (BC)}} = \frac{I}{an} \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y^2_{.jk} - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.1.8)$$

$$SS_{BC} = \frac{I}{an} \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y^2_{.jk} - \frac{y^2 \dots}{abcn} - SS_B - SS_C \quad (3.3.4.1.9)$$

$$SS_{BC} = 3137.0370$$

3. *Sum Square* interaksi 3 komponen factor

a. *Sum Square* Interaksi Subtotal ($SS_{\text{Subtotal (ABC)}}$)

$$SS_{\text{Subtotal (ABC)}} = \frac{I}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{y^2 \dots}{abcn} \quad (3.3.4.1.10)$$

$$= 15302.3148$$

b. *Sum Square* Interaksi Tinta dengan PH dengan *Density* (AxBxC)

$$SS_{ABC} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{y^2 \dots}{abcn} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} - SS_{BC} \quad (3.3.4.1.11)$$

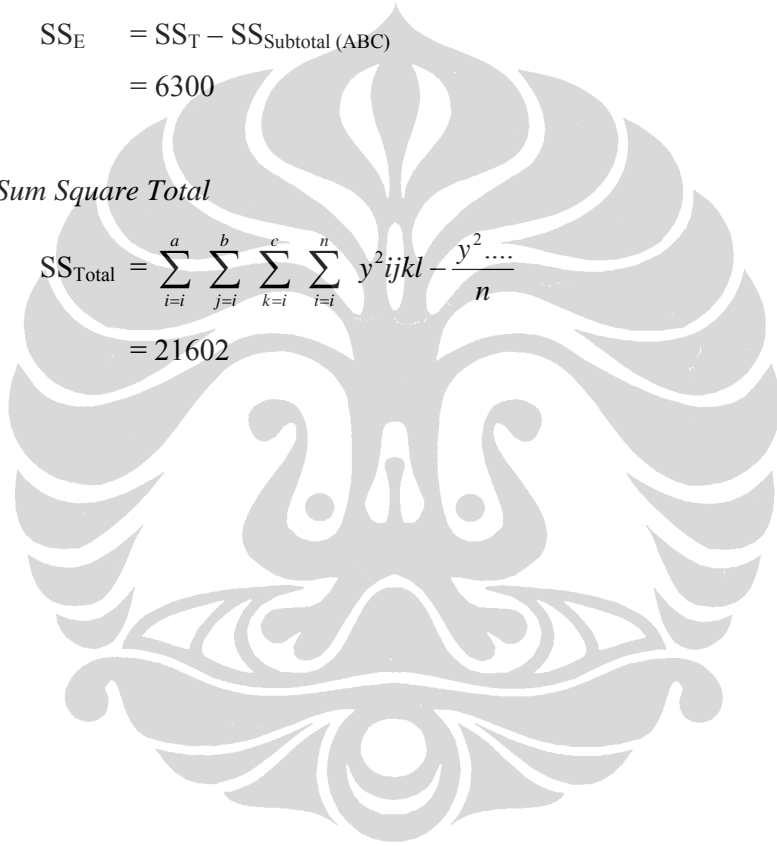
$$SS_{ABC} = 2560.1852$$

4. *Sum Square Error*

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{Subtotal (ABC)}} = 6300 \quad (3.3.4.1.12)$$

5. *Sum Square Total*

$$SS_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^n y^2_{ijkl} - \frac{y^2 \dots}{n} = 21602 \quad (3.3.4.1.13)$$



3.3.4.2 Analisa Data Pengujian Kombinasi Pengaturan

Dari perhitungan diatas dapat diambil suatu pengelompokan data dengan mempertimbangkan derajat kebebasan, meansquare and harga actual (F_0). Penyampaian ini dilakukan dengan tabel ANOVA seperti berikut ini:

Tabel 3.3.4.3 Tabel ANOVA

Source of Varian	Sum of Square	Dof	Mean Square	Fo
Tinta A (i..)	250.9259	$a - 1 = 3 - 1 = 2$	$MS_A = \frac{SS_A}{dof} = 125.463$	$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E} = 0.717$
PH B (j..)	11.5741	$b - 1 = 2 - 1 = 1$	$MS_B = \frac{SS_B}{dof} = 11.5741$	$F_0 = \frac{MS_B}{MS_E} = 0.066$
Density C (k..)	6403.7037	$c - 1 = 3 - 1 = 2$	$MS_C = \frac{SS_C}{dof} = 3201.852$	$F_0 = \frac{MS_C}{MS_E} = 18.296$
AxB (i,j)	395.3703	$(a - 1)(b - 1) = 2 \cdot 1 = 2$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{dof} = 197.6851$	$F_0 = \frac{MS_{AB}}{MS_E} = 1.129$
AxC (i,k)	2543.5185	$(a - 1)(c - 1) = 2 \cdot 2 = 4$	$MS_{AC} = \frac{SS_{AC}}{dof} = 635.8796$	$F_0 = \frac{MS_{AC}}{MS_E} = 3.634$
BxC (j,k)	3137.0370	$(b - 1)(c - 1) = 1 \cdot 2 = 2$	$MS_{BC} = \frac{SS_{BC}}{dof} = 1568.5185$	$F_0 = \frac{MS_{BC}}{MS_E} = 8.963$
AxBxC (i,j,k)	2560.1852	$(a - 1)(b - 1)(c - 1) = 4$	$MS_{ABC} = \frac{SS_{ABC}}{dof} = 640.0463$	$F_0 = \frac{MS_{ABC}}{MS_E} = 3.657$
ERROR	6300	$abc(n - 1) = 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot (3 - 1) = 36$	$MS_E = \frac{SS_E}{dof} = 175$	
TOTAL	21602	$3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 - 1 = 53$		

Daerah Kritis :

Analisa ditabel ANOVA akan dikomparasi dengan value pengujian dengan tingkat keberartian α 0.05. Diharapkan dengan adanya komparasi ini dapat dilihat dan diambil suatu kesimpulan dari pernyataan awal fariasi H_0 dan H_1 .

Batasan daerah kritis pada value pengujian ($F_{0.05}$) dengan tingkat kepercayaan α 0.05 adalah:

1. Daerah kritis komponen faktor

a. Faktor "A" dengan DOF 2

$$F_{0.05}(2,36) = 1.446$$

karena ditabel terbatas akan digunakan interpolasi, dimana 36 ada diantara 30 & 40, maka :

$$\left(\frac{36-30}{40-30} \right) \cdot (1,45 - 1,44)] + 1,44 = 1,446$$

b. Faktor "B" dengan DOF 1

$$F_{0.05}(1,36) = 1.372$$

karena ditabel terbatas akan digunakan interpolasi, dimana 36 ada diantara 30 & 40, maka :

$$\left(\frac{36-30}{40-30} \right) \cdot (1,38 - 1,36)] + 1,36 = 1,372$$

c. Faktor "C" dengan DOF 2

$$F_{0.05}(2,36) = 1.446$$

2. Daerah kritis interaksi faktor

a. Interaksi faktor "AxB" dengan DOF 2

$$F_{0.05}(2,36) = 1.446$$

b. Interaksi faktor "AxC" dengan DOF 4

$$F_{0.05}(4,36) = 1.412$$

karena ditabel terbatas akan digunakan interpolasi, dimana 36 ada diantara 30 & 40, maka :

$$\left(\frac{36-30}{40-30} \right) \cdot (1,42 - 1,40)] + 1,40 = 1,412$$

c. Interaksi faktor "BxC" dengan DOF 2

$$F_{0.05}(2,36) = 1.446$$

d. Interaksi faktor "AxBxC" dengan DOF 4

$$F_{0.05}(4,36) = 1.412$$

3. Perbandingan value aktual (F_o) dengan value pengujian ($F_{0,05}$) adalah:
- $F_{\text{aktual}} \text{ faktor A} < F_{\text{pengujian}} \rightarrow 0.717 < 1.446$ tidak menerima H_o pada taraf keberartian 0,05
 - $F_{\text{aktual}} \text{ faktor B} < F_{\text{pengujian}} \rightarrow 0.066 < 1.372$ tidak menerima H_o pada taraf keberartian 0,05
 - $F_{\text{aktual}} \text{ faktor C} > F_{\text{pengujian}} \rightarrow 18.296 > 1.446$ tolak H_o pada taraf keberartian 0,05
 - $F_{\text{aktual}} \text{ faktor AB} < F_{\text{pengujian}} \rightarrow 1.129 < 1.446$ tidak menerima H_o pada taraf keberartian 0,05
 - $F_{\text{aktual}} \text{ faktor AC} > F_{\text{pengujian}} \rightarrow 3.634 > 1.412$ tolak H_o pada taraf keberartian 0,05
 - $F_{\text{aktual}} \text{ faktor BC} > F_{\text{pengujian}} \rightarrow 8.963 > 1.446$ tolak H_o pada taraf keberartian 0,05
 - $F_{\text{aktual}} \text{ faktor ABC} > F_{\text{pengujian}} \rightarrow 3.657 > 1.412$ tolak H_o pada taraf keberartian 0,05

