

PERANCANGAN ULANG SISTEM PROTEKSI MOTOR DAN DISTRIBUSI TENAGA BATCHING PLANT NAROGONG

Andika Setyo Prabowo¹, Azwardi², Juniarto Hamonangan³, Djuminto³

¹Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Beji, Kukusan, Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424,

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

³ Agregate and Construction Materials Maintenance Coordinator Java Market, PT Holcim Indonesia Tbk andikasetyo67@gmail.com, andikasetyoprabowo.holcim@gmail.com

Abstrak

Pada Batching Plant Narogong, terdapat banyak sekali peralatan penting yang menunjang proses pembuatan beton, beberapa peralatan tersebut digerakan oleh motor induksi 3 fasa seperti untuk menggerakkan pompa, belt conveyor, compressor dan fungsi lainnya. Motor-motor tersebut diproteksi dengan menggunakan alat proteksi listrik 3 fasa seperti MCCB, MCB, Kontaktor dan Thermal Over Load Relay (THOR) untuk mencegah dari kondisi beban lebih dan hubung singkat. Kondisi alat proteksi motor yang tidak sesuai dengan beban yang diproteksi, membuat motor tidak terlindungi, yang akan berdampak pada terbakarnya motor, hal ini akan membuat operasional Batching Plant mengalami downtime, dimana ketika salah satu motor induksi 3 fasa terbakar karena sistem proteksi yang tidak berfungsi, maka harus menghentikan proses produksi untuk sementara waktu dan kemudian dilakukan proses penggantian. Hal ini menimbulkan kerugian tersendiri karena tidak tercapainya jumlah produksi yang optimum, serta pengeluaran cost maintenace sebesar Rp 7.000.000 untuk satu kali penggantian motor. Hal yang sama terjadi pada alat proteksi beban 1 fasa, selain tidak sesuai dengan beban yang diproteksi, pada pendistribusian tenaganya tidak seimbang antara beban fasa R,S, dan T. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang sistem proteksi motor dan distribusi tenaga pada Batching Plant Narogong. Studi dimulai dengan pengambilan data dari beban 1 fasa yang dilihat dari daya aktifnya dan 3 fasa yang diambil dari data spesifikasi motor. Berdasarkan data tersebut kemudian dihitung per typical berdasarkan standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) untuk menentukan jenis dan rating sistem proteksi yang akan dipakai. Selanjutnya pembuatan gambar SLD (Single Line Diagram) dan MLD (Multi Line Diagram) untuk melihat jalur pendistribusian tenaga, yang kemudian menjadi dasar dalam penyeimbangan beban pada fasa R,S, dan T. Dari hasil perancangan didapatkan untuk pengaturan sistem proteksi dari setiap motor dan beban 1 fasa, serta pemutus utama pada setiap panel yang beracuan pada standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik). Dan didapatkan pembagian beban yang seimbang pada fasa R ;44,55 kVA, S ;44,53 kVA,dan T ;44,90 kVA.

Kata Kunci : Sistem Proteksi, Distribusi Tenaga , Standart PUIL..

Abstract

At Batching Plant Narogong, there are many important equipments supporting the concrete making process, some of that equipments are driven by 3 fasa induction motors such as for actuating the pump, the belt conveyor, the compressor and other functions. These motors are protected by using 3 fasa electrical protection devices such as MCCB, MCB, Contactor and Thermal Over Load Relay (THOR) to prevent from overload and short circuit conditions. The condition of the motor protection device that is not accordance with the load make the motor is not protected, which will affect the burning of the motor, this will make the operational Batching Plant has down time, where when one 3 phase induction motor burned because the protection system is not function, it must stop the production process for a while and then do the replacement process. this has caused a loss, because not reaching the optimum amount of concrete production and the expenditure cost maintenace of Rp 7,000,000 for a one-time replacement motor. The same thing happens in a 1 phase protection devices, other than not in accordance with the load, on the unbalanced power distribution between the R, S, and T phases. This research aims to redesign the motor protection system and power distribution in the Batching Plant Narogong. The study begins with the retrieval of data from a 1 phase load seen from its active power and 3 phases derived from the name plate motor. The data is then calculated per-line based on the PUIL standard to determine the type and rating of the protection system to be used. Furthermore, making the image of SLD (Single Line Diagram) and MLD (Multi Line Diagram) to see the power distribution path, which then becomes the basis in load balancing on phases R, S, and T. After the results of the design obtained, it can make for setting the protection system of each motor and 1 phase load, as well as the main breaker on each panel which refer to standard PUIL. And obtained equal load distribution in phase R; 44,55 kVA, S; 44,53 kVA, and T; 44,90 kVA.

Keyword : Protection System, Power Distribution, , PUIL Standard.

1. PENDAHULUAN

Sistem proteksi motor listrik merupakan komponen yang memiliki peranan penting untuk melindungi motor listrik yang sedang bekerja dari kerusakan akibat beban lebih (*Overload*), arus lebih (*Over current*), dan akibat adanya hubung singkat. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan terhadap beberapa kasus terbakarnya motor 3 fasa di *Batching plant* Narogong, disebabkan oleh kegagalan sistem proteksi motor, dimana kondisi alat proteksi motor tidak sesuai dengan beban yang diproteksi serta instalasi yang tidak tepat, kegagalan serupa juga terjadi pada alat proteksi beban 1 fasa, selain tidak sesuai dengan beban yang diproteksi, pada pendistribusian tenaganya tidak seimbang antara beban fasa R,S, dan T. Ditambah dengan tidak adanya gambar SLD (*Single Line Diagram*) dan MLD (*Multi Line Diagram*) pada *Batching Plant* Narogong yang membuat ketika terjadi *trouble* pada masalah *electrical* akan sulit untuk mencari interkoneksi antar panel.

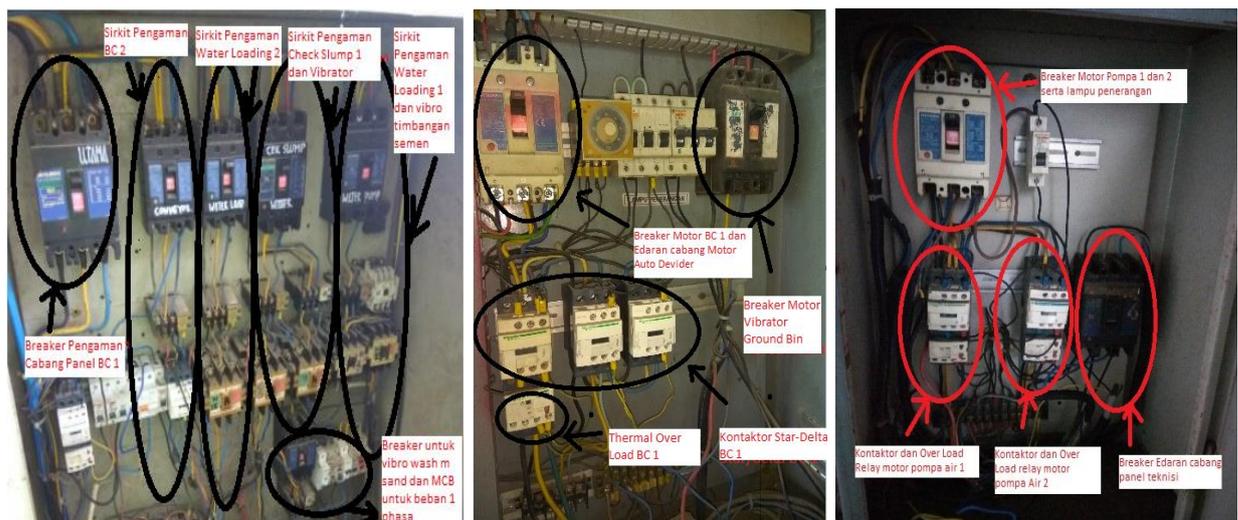
Oleh karena itu dibutuhkan perancangan ulang sistem proteksi motor dan beban 1 fasa yang disesuaikan dengan standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) serta distribusi tenaga pada *Batching Plant* Narogong, agar tidak ada lagi motor yang terbakar yang diakibatkan karena kegagalan sistem proteksi, serta pembagian beban yang seimbang pada fasa R,S, dan T.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Observasi

Pada tahap ini, dilakukan pengamatan kondisi pada setiap panel secara langsung dan melakukan pengambilan data mengenai spesifikasi alat proteksi MCB, kontaktor, dan *Over Load Relay* yang dipakai saat ini, serta pengamatan jalur pembagian daya pada masing- masing panel, Pada tahap ini juga melakukan pengamatan pada setiap spesifikasi motor dan beban 1 fasa. Data yang diperoleh diantaranya :

1. Data daya beban dan FLA (*Full Load Ampere*) pada masing-masing motor yang diperoleh dari *nameplate* motor.
2. Daya aktif (watt) setiap beban 1 fasa yang diperoleh dari setiap spesifikasi alat.
3. Jalur pendistribusian tenaga yang dilakukan untuk mengetahui hubungan sistem baik tiga fasa ataupun satu fasa dari sumber listrik, *breaker* dan peralatan- peralatan listrik yang lain. Pengecekan dilakukan dengan cara menelusuri jalur kabel dan pengetesan menggunakan *test pen* dan tang ampere ketika salah satu *breaker* dimatikan.
4. Spesifikasi MCCB/MCB, kontaktor, dan *Thermal Over Load Relay* yang dipakai saat ini pada setiap panel yaitu Panel Induk *Batchroom*, panel BC1, teknisi, panel air 1 dan 2, panel *Change Over Switch*.



Gambar.1 (a) Kondisi panel Induk *Batchroom*, 1 (b) Kondisi panel BC 1, dan 1 (c) Kondisi Panel Air 1 dan 2

2.2 Pembuatan SLD (*Single Line Diagram*) dan MLD (*Multi Line Diagram*)

Setelah mengetahui hubungan sistem baik tiga fasa ataupun satu fasa dari sumber listrik, *breaker*, dan peralatan- peralatan listrik yang lain yang didapat dari hasil observasi maka dibuatlah gambar

Single Line Diagram dan *Multi Line Diagram* jalur distribusi tenaganya menggunakan *software* Auto Cad. Berdasarkan hasil pembuatan SLD dan MLD akan terlihat semua pembagian jalur tenaga kesemua beban listrik yang ada pada *Batching Plant* Narogong yang kemudian akan menjadi data dalam proses perancangan ulang sistem proteksi dan distribusi tenaga pada penelitian ini.

2.3 Perancangan

Pada tahap ini, dilakukan perancangan berdasarkan kebutuhan konsumen, hasil pemilihan konsep dan studi literatur. Perancangan dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan, yaitu :

1. menghitung KHA (Kemampuan Hantar Arus) saluran minimum tiap-tiap panel peralatan menjadi acuan dalam proses *load balance*, dengan menggunakan rumus :

Beban 3 fasa [3]

$$I_n = \frac{P(\text{Watt})}{\eta \times \cos \varphi \times \sqrt{3} \times V_{in}} = \frac{S(\text{VA})}{\sqrt{3} \times V_{in}} \quad [\text{Persamaan. 1}]$$

Beban 1 fasa [3]

$$I_n = \frac{P(\text{Watt})}{\eta \times \cos \varphi \times V_{in}} = \frac{S(\text{VA})}{V_{in}} \quad [\text{Persamaan. 2}]$$

2. menghitung persen ketidakseimbangan beban arus pada setiap SDP (*Sub Distribution Panel*), dengan menggunakan rumus :

mencari persen ketidakseimbangan arus [2]

$$\% I_{\text{Unbalance}} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{average}}}{I_{\text{average}}} \times 100\% \quad [\text{Persamaan. 3}]$$

3. menghitung pendistribusian daya pada beban 3 fasa

Beban 3 fasa [3]

$$VA_{\varphi} = \frac{VA_{\text{Beban}_3\varphi}}{3} \quad [\text{Persamaan. 4}]$$

4. menghitung KHA pemutus daya motor yang menjadi acuan dalam pemilihan nilai pengenal pada proteksi hubung pendek motor, dengan menggunakan rumus :

Menghitung KHA proteksi hubung pendek untuk motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan bintang segitiga, langsung pada jaringan [1]

$$KHA_{\text{pemts_daya}} = 2,5 \times I_n \quad [\text{Persamaan. 5}]$$

5. menghitung KHA pemutus daya utama yang menyuplai beberapa peralatan, dengan menggunakan rumus :

KHA pemutus daya utama [1]

$$KHA_{\text{Pmts_Daya_Utama}} = \left(\sum \text{Peralatan} \times I_n \right) + 2,5 \times I_{n_terbesar} \quad [\text{Persamaan. 6}]$$

6. penentuan besarnya kontaktor berdasarkan daya motor beracuan pada catalog TeSys™ D *Contactors* Schneider.

7. menentukan nilai arus *setting* pada *Thermal Over Load Relay*

Nilai arus *setting* pada *Thermal Over Load Relay* sekurang-kurangnya diatur 110% - 115% arus pengenal motor [1] Pada *Batching Plant* Narogong menggunakan *Thermal Overload* TeSys D

$$I_{\text{minThermalOverloadRelay}} = (1,1 \times I_n) \quad [\text{Persamaan. 7}]$$

$$I_{\text{maxThermalOverloadRelay}} = (1,15 \times I_n) \quad [\text{Persamaan. 8}]$$

2.4 Simulasi Rancangan

Setelah perancangan telah dibuat, kemudian disimulasikan menggunakan *software* ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) dan *Power Plot*. *Software* ETAP dapat digunakan pada sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (*One Line Diagram*) yang kemudian dapat disimulasikan

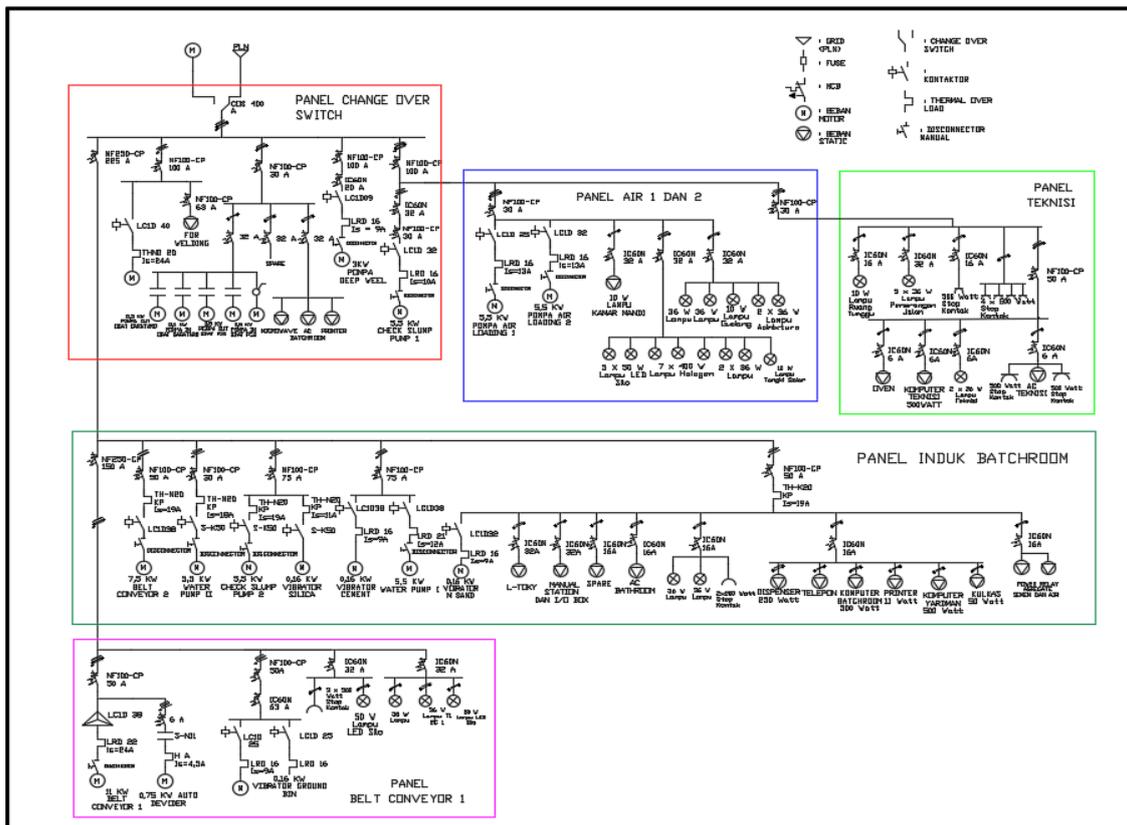
terjadinya hubung singkat, sehingga nanti akan terlihat bagaimana kerja sistem proteksi yang telah dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Keseimbangan Beban

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik pada *Batching Plant* Narogong, terjadi pembagian beban-beban pada tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) yang digunakan untuk beban 3 fasa maupun beban 1 fasa. Penempatan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) yang tidak seimbang menyebabkan mengalirnya arus di kabel netral trafo. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik.[3]

3.1.1 Actual Condition



Gambar.2 SLD Sistem Proteksi dan Distribusi Tenaga *Batching Plant* Narogong saat ini

Setelah proses pembuatan SLD *Batching Plant* Narogong kondisi pada saat ini yang terdapat pada “Gambar.2” maka didapatkan jalur pembebanan serta nilai beban masing-masing *equipment* yang kemudian dapat dianalisa keseimbangan bebannya, dengan menggunakan perhitungan “Persamaan.1” , “Persamaan.2” , “Persamaan 3” ,”Persamaan.4” , didapatkan hasil pembebanan pada masing- masing panel pada “Tabel.1”

Tabel.1 Pembebanan pada *Batching Plant* Narogong

Panel	VA phase			I Phase			Iunbalance
	R	S	T	R	S	T	
Panel COS	15.498,2	13.947,2	17.097,2	65,31	58,26	72,36	9,98%
Panel Teknisi	1462,0	0,0	2340,0	6,64	0	10,63	86,64%
Panel Air 1 dan 2	5046,2	4844,2	9924,2	23,72	22,8	45,9	50,16%
Panel Induk Batchroom	17.129,5	18.737,5	11.114,5	75,73	85,31	50,66	20,89%
Panel Belt Conveyor 1	5061,4	5183,4	6611,4	23,07	23,62	30,12	17,62%
Total per fasa	44.197,3	42.712,3	47.087,3	194,47	189,99	209,67	6,50%
Total VA	133996,9						

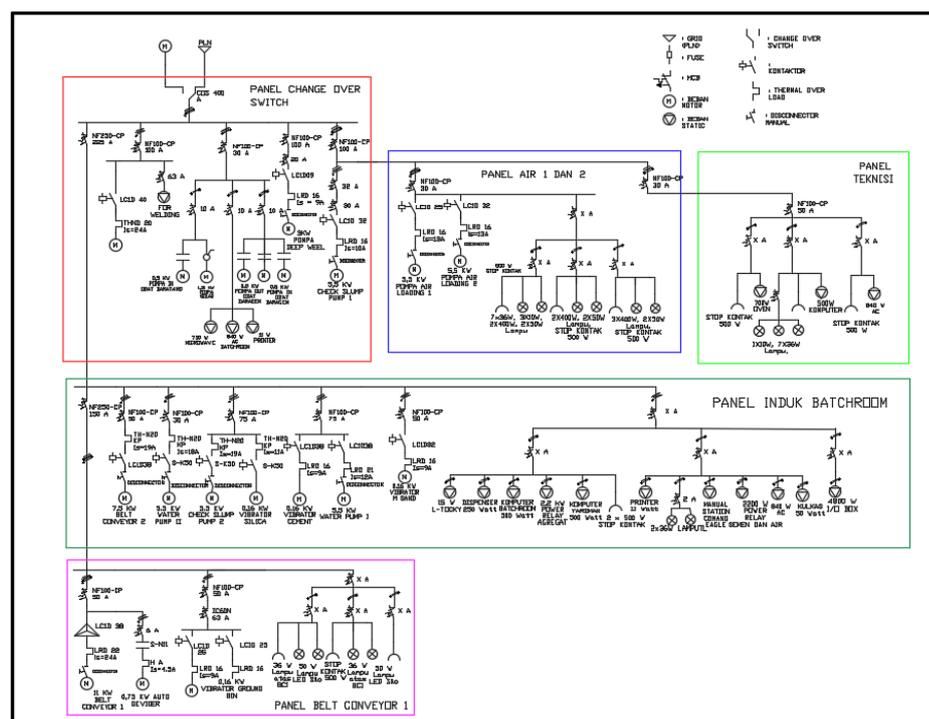
NEMA (*National Electrical Manufacture Association*) memberikan rekomendasi yang berdasarkan pada IEC 60364-4-44 tentang *Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances* untuk ketidakseimbangan arus pada suatu instalasi tidak boleh melebihi 5 %. [2]

➤ Kondisi sebelum dilakukannya perancangan ulang :

1. Nilai pengenal arus proteksi hubung singkat (*Circuit Breaker*) dan nilai setting arus untuk *Thermal Over Load Relay* pada masing- masing motor tidak sesuai dengan beban yang tercantum pada spesifikasi motor yang menyebabkan motor tidak terproteksi secara maksimal
2. Nilai pengenal arus proteksi hubung singkat (*Circuit Breaker*) untuk peralatan 1 fasa tidak sesuai dengan beban pada spesifikasinya.
3. Pada salah satu jalur pengaman motor, terdapat proteksi hubung singkat yang menyuplai langsung 2 motor dan beban 1 fasa, yang menyebabkan apabila terjadi hubung singkat pada salah satu motor atau beban 1 fasa, maka akan mengganggu proses kerja motor lainnya dan begitupun sebaliknya.
4. Pembagian beban 1 fasa yang tidak seimbang pada fase R,S, dan T yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan arus sebesar lebih dari 5%. Berdasarkan standart tersebut maka berdasarkan analisa keseimbangan beban pada “Tabel.1” kondisi distribusi tenaga pada *Batching Plant* saat ini melebihi batas dan tidak seimbang antara fase R,S, dan T pada distribusi ke masing-masing panel.

3.1.2 Perancangan Distribusi Tenaga *Batching Plant* Narogong

Proses perancangan ulang distribusi tenaga dilakukan dengan cara melakukan proses pemindahan beban 1 fasa pada fase R,S atau T , lalu beban tiap-tiap kelompok dihitung, hingga mendapatkan beban tiap-tiap fasa yang seimbang. “Gambar.3” adalah hasil gambar SLD *Batching Plant* Narogong setelah dilakukan penyeimbangan beban.



Gambar.3 SLD Hasil Perancangan distribusi tenaga *Batching Plant* Narogong

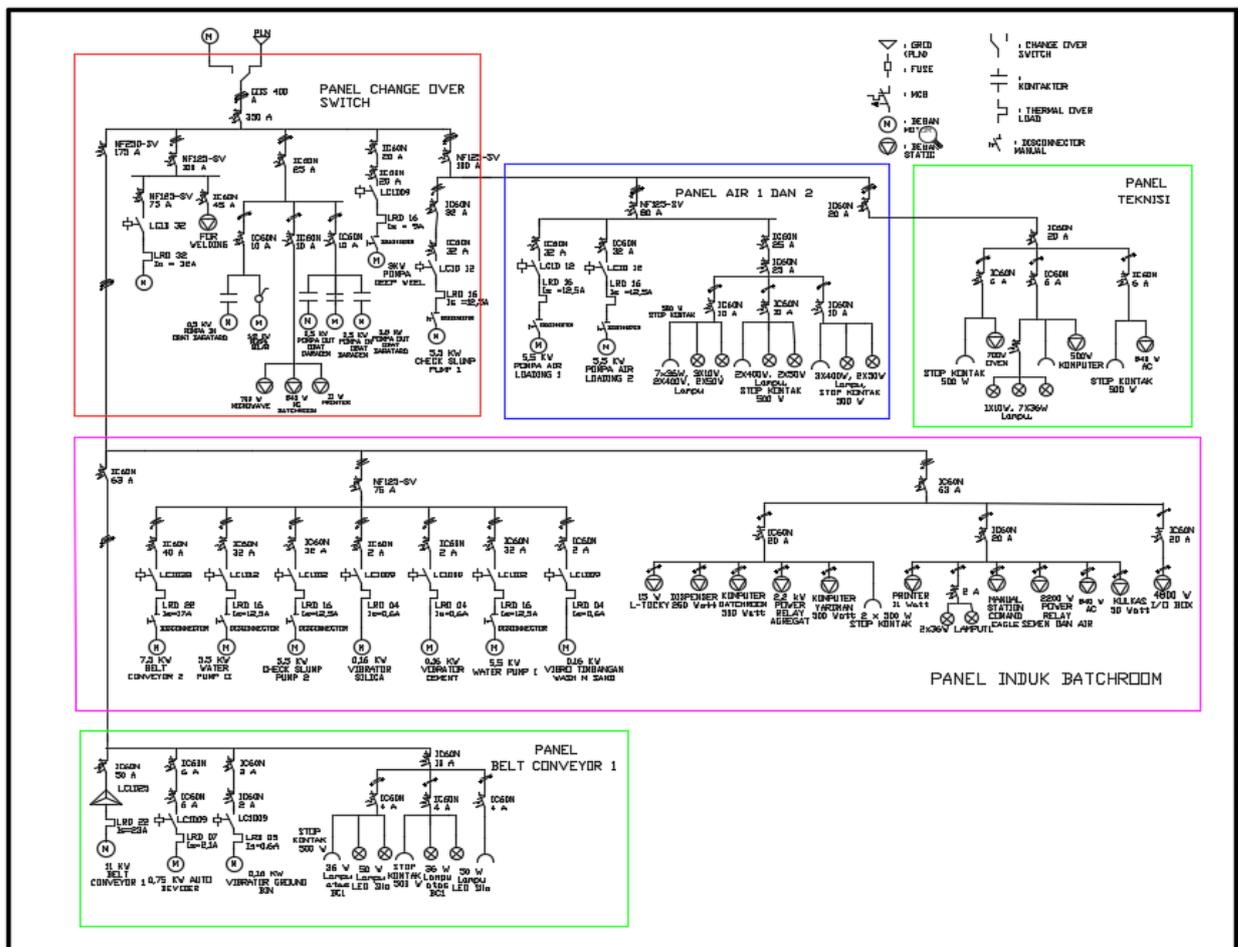
Table.2 Hasil Pembebanan setelah pengaturan ulang pada *Batching Plant* Narogong

Panel	VA phase			I Phase			Iunbalance
	R	S	T	R	S	T	
Panel COS	15.597,2	15.498,2	15.447,2	70,70	70,48	70,25	0,34%
Panel Teknisi	1.200,0	1.262,0	1340,0	5,45	5,74	5,89	0,35%
Panel Air 1 dan 2	6.526,2	6.644,2	6.644,2	29,73	30,26	30,25	0,59%
Panel Induk Batchroom	15.579,5	15.487,5	15.914,5	70,96	70,08	70,66	0,55%
Panel Belt Conveyor 1	5.647,4	5.647,4	5.561,4	25,73	25,73	25,34	0,50%
Total per fasa	44.550,3	44.539,3	44.907,3	202,573	202,293	202,395	0,15%
Total VA	133996,9						

Dari hasil perancangan ulang distribusi tenaga didapatkan pembebanan pada masing-masing fasa pada setiap panel yang terlihat pada “Tabel.2” yaitu seimbang dan memiliki % arus *unbalance* dibawah 5%.

3.2 Perancangan Sistem Proteksi

Perancangan sistem proteksi motor dan beban 1 fasa dilakukan perjalur sirkit pengaman yang kemudian menjadi dasar dalam penentuan pengaman utama atau sirkit pembagi. Dasar dalam perhitungannya yaitu menggunakan “Persamaan. 5”, “Persamaan. 6”, “Persamaan. 7”, dan “Persamaan. 8”. Perancangan sistem proteksi motor dan beban 1 fasa mengacu pada hasil pembagian jalur tenaga pada *Batching Plant* Narogong yang telah diseimbangkan.



Gambar.4 SLD Hasil Perancangan Sistem Proteksi dan Distribusi Tenaga *Batching Plant* Narogong

- Kondisi Setelah dilakukannya perancangan ulang :
1. Nilai pengenalan arus proteksi hubung singkat (Circuit Breaker) dan nilai *setting* arus untuk *Thermal Over Load Relay (THOR)* pada masing- masing motor sesuai dengan beban yang tercantum pada spesifikasi motor serta standar PUIL 2011 yang menyebabkan motor akan terproteksi secara maksimal.
 2. Nilai pengenalan arus proteksi hubung singkat (Circuit Breaker) untuk peralatan 1 fasa, sesuai dengan beban pada spesifikasinya dengan acuan standar PUIL 2011 ayat 437.
 3. Setiap motor diproteksi tersendiri terhadap arus lebih yang diakibatkan oleh hubung pendek sesuai dengan standar PUIL 2011 ayat 434.5.
 4. Terpisahnya sistem proteksi untuk motor dengan sistem proteksi beban 1 fasa yang akan berdampak apabila terjadi hubung singkat pada motor tidak akan mengganggu distribusi tenaga untuk peralatan 1 fasa dan begitupun sebaliknya.
 5. Pembagian beban 1 fasa yang seimbang pada fase R,S, dan T, pembebanan pada masing-masing fasa pada setiap panel yang terlihat pada “Tabel.2” yaitu seimbang dan memiliki % arus *unbalance* dibawah 5%.

Pada *Maintenance* Holcim Beton untuk Breaker/MCCB menggunakan produk Mitsubushi tipe NF-250 SV untuk rentang arus 150A-250A dan tipe NF 125 SV untuk rentang arus 75A-125A, sedangkan untuk MCB (Miniature Circuit Breaker) menggunakan produk Scheneider tipe IC60N dengan rentang arus 0,5A-63 A, lalu untuk kontaktor menggunakan produk Scheneider tipe LC1D, dan untuk *Over Load Relay* menggunakan produk Scheneider tipe LRD. Setelah didapatkannya nilai pengenalan proteksi hubung singkat dan beban lebih untuk setiap motor dan beban 1 fasa dari hasil perancangan, kemudian dari hasil tersebut disesuaikan dengan penggunaan alat-alat proteksi yang digunakan pada *Maintenance* Holcim Beton, maka diperoleh data material yang dibutuhkan dari hasil perancangan pada “Tabel.3”

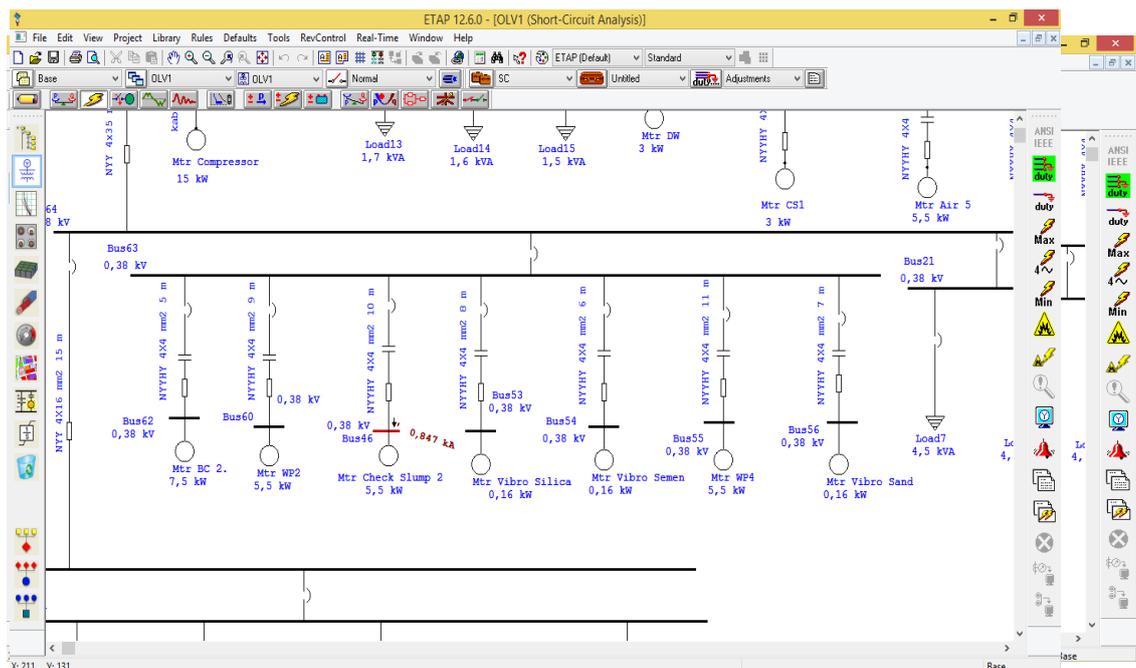
Table.3 Data Material yang dibutuhkan dari hasil perancangan untuk proses realisasi

No	Nama Peralatan	Jumlah (Unit)	Keterangan
1	MCB 3 φ IC60N 63 A	1	Kebutuhan peralatan hasil perancangan sistem proteksi pada Panel BC 1
2	MCB 3 φ IC60N 50 A	1	
3	MCB 3 φ IC60N 10 A	1	
4	MCB 3 φ IC60N 6 A	2	
5	MCB 1 φ IC60N 4 A	3	
6	MCB 3 φ IC60N 2 A	2	
7	Kontaktor LC1D 25	3	
8	Kontaktor LC1D 09	3	
9	Thermal Over Load LRD 22, Is=23 A	1	
10	Thermal Over Load LRD 07, Is=2,1 A	1	
11	Thermal Over Load LRD 05, Is=0,6 A	1	
12	Breaker 3 φ NF 125 SV 75 A	1	Kebutuhan peralatan hasil perancangan sistem proteksi pada Panel Induk Batchroom
13	MCB 3 φ IC60N 63 A	1	
14	MCB 3 φ IC60N 40 A	1	
15	MCB 3 φ IC60N 32 A	3	
16	MCB 1 φ IC60N 20 A	3	
17	MCB 3 φ IC60N 2 A	3	
18	Kontaktor LC1D 18	1	
19	Kontaktor LC1D 12	3	
20	Kontaktor LC1D 09	3	
21	Thermal Over Load LRD 22, Is=17 A	1	
22	Thermal Over Load LRD 16, Is=12,5 A	3	
23	Thermal Over Load LRD 04, Is=0,6 A	3	
24	Breaker 3 φ NF 125 SV 75 A	1	
25	MCB 3 φ IC60N 32 A	2	

26	MCB 3 φ IC60N 25 A	2	Kebutuhan peralatan hasil perancangan sistem proteksi pada Panel Air 1 dan 2
27	MCB 3 φ IC60N 20 A	1	
28	MCB 1 φ IC60N 10 A	3	
29	Kontaktor LC1D 12	2	Kebutuhan peralatan hasil perancangan sistem proteksi pada Panel Teknisi
30	Thermal Over Load LRD 16, Is=12,5 A	2	
31	MCB 3 φ IC60N 20 A	1	
32	MCB 1 φ IC60N 6 A	3	Kebutuhan peralatan hasil perancangan sistem proteksi pada Panel <i>Change Over Switch</i>
33	Breaker 3 φ NF 400 SV 350 A	1	
34	Breaker 3 φ NF 125 SV 175 A	1	
35	Breaker 3 φ NF 125 SV 100 A	2	
36	Breaker 3 φ NF 125 SV 75 A	1	
37	MCB 3 φ IC60N 40 A	1	
38	MCB 3 φ IC60N 32 A	2	
39	MCB 3 φ IC60N 20 A	2	
40	Kontaktor LC1D 32	1	
41	Kontaktor LC1D 12	1	
42	Kontaktor LC1D 09	1	
43	Thermal Over Load LRD 32, Is=32 A	1	
44	Thermal Over Load LRD 16, Is= 9 A	2	

3.3 Simulasi Rancangan

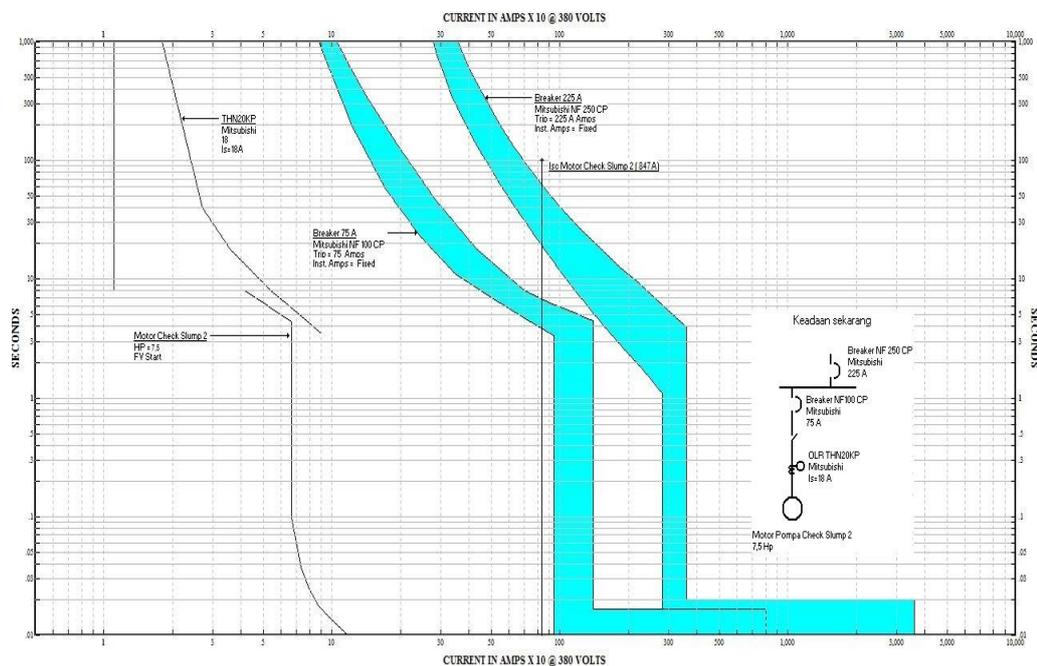
Berdasarkan hasil perancangan maka dapat disimulasikan menggunakan ETAP software untuk mendapatkan nilai arus hubung singkat pada rangkaian dan *Power Plot* untuk melihat grafik kerja dari sistem proteksi, gambaran hasil simulasi yaitu dalam bentuk *Tripping Curve*, simulasi dilakukan pada salah satu jenis motor yaitu pada sistem proteksi motor pompa *Check Slump 2* pada panel Induk *Batchroom*. Untuk mendapatkan nilai arus hubung singkat pada software ETAP, terlebih dahulu dibuat rangkaian dalam bentuk *one line diagram* yang kemudian dimasukan parameter-parameter yang dibutuhkan berdasarkan kondisi aktual pada *Batching Plant* Narogong, seperti Trafo yang digunakan yaitu Trafo 150 kVA, 20kV/380V, Kabel Cu 4 x 50 mm² sepanjang 500 m yang digunakan untuk penghubung antara Trafo menuju panel *Change Over Switch*, Kabel Cu 4 x 35 mm² sepanjang 32 m yang digunakan untuk penghubung antara panel *Change Over Switch* menuju *Panel Induk Batchroom*, Kabel Cu 4 x 4 mm² sepanjang 10 m yang digunakan untuk penghubung antara panel Induk *Batchroom* menuju motor *Check Slump 2*, dan spesifikasi dari motor *Check Slump 2*.



Gambar.5 Hasil nilai *short circuit current* pada motor *Check Slump 2* pada software ETAP

Terlihat pada “Gambar.5” pada jalur sirkit motor pompa *check slump* 2 mengalami gangguan dengan besar arus 0,847 kA atau 847 A. Arus *short circuit* tersebut kemudian menjadi acuan dalam simulasi grafik kerja sistem proteksi yang telah dibuat pada sirkit motor pompa *Check Slump* 2.

- Motor Pompa Check Slump 2
Daya : 5,5 kW/7,5 HP
FLA (Full Load Ampere) : 11,1 A
Sistem proteksi yang digunakan saat ini :
 - Breaker Utama Mitsubishi NF 250 CP 150 A
 - Breaker Motor Check Slump 2 Mitsubishi NF 100 CP 75 A
 - THOR (*Thermal Over Load Relay*) Mitsubishi THN 20 KP Is = 18 A
 Hasil Rancangan Sistem Proteksi :
 - Breaker Utama Motor NF 125 SV 75 A
 - MCB Motor *Check Slump* 2 Schneider iC60N 32 A
 - THOR (*Thermal Over Load Relay*) Schneider LRD 16 Is = 12,5 A



Gambar.6 Grafik Kerja Sistem Proteksi Motor *Check Slump* 2 saat ini

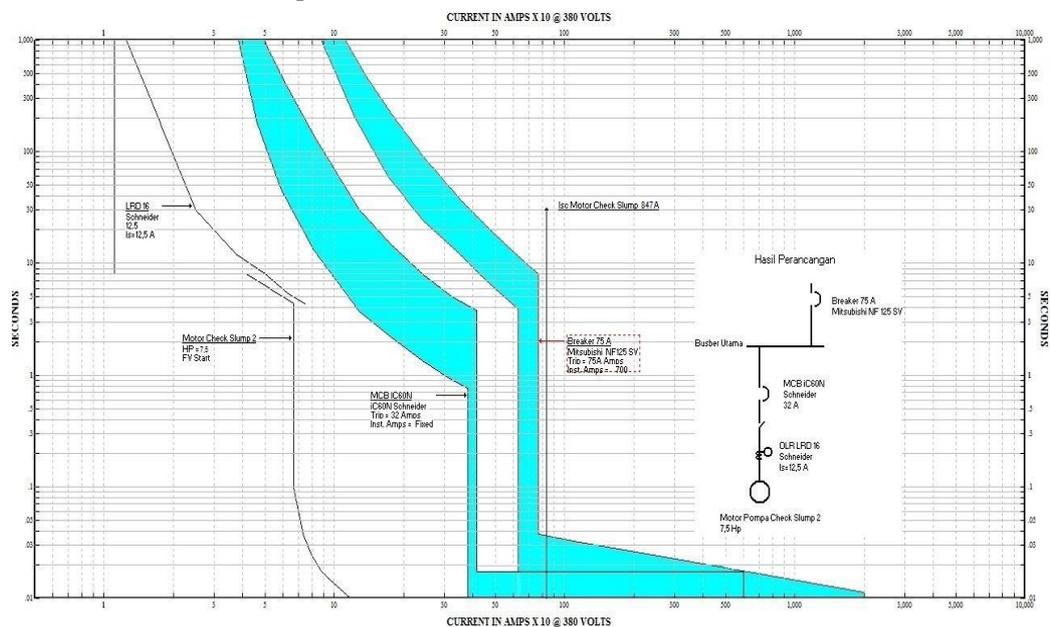
Pada “Gambar.6” terlihat pada saat motor *Check Slump* 2 mengalami gangguan yang disebabkan oleh beban lebih maka peralatan pengaman yang bekerja adalah THOR THN20KP yang diatur pada 18 A. Mengenai waktu trip THOR pada saat beban lebih dapat dilihat pada “Tabel.4”

Tabel 4 Persentase *over load* dan waktu *tripping* THOR 18A THN20KP

Over Load	120% In (13,32A)	150% In (16,65A)	180% In (19,98A)	200% In (22,2A)	220% In (24,42A)
Waktu Tripping	Belum mengalami tripping	Belum mengalami tripping	400 sekon	280 sekon	80 sekon

Sedangkan apabila terjadi hubung singkat maka peralatan pengaman yang bekerja adalah MCCB75A NF 100 CP karena MCCB ini digunakan sebagai pengaman arus hubung singkat, Kurva breaker yang kiri adalah garis ketika kemungkinan CB (Circuit Breaker) akan trip adalah 0%. Jadi, region di sebelah kiri kurva ini dipastikan tidak akan membuat CB trip. Kurva yang kanan adalah garis ketika kemungkinan CB akan trip adalah 100%. Jadi, di sebelah kanan kurva ini dipastikan CB akan trip. Di antaranya tentu saja kemungkinan CB akan trip adalah di antara 0% – 100%, maka yang akan menjadi acuan yaitu kurva sebelah kanan. Ketika terjadi hubung singkat sebesar 847 A yang didapat dari simulasi ETAP maka MCCB75A NF 100 CP akan trip dalam waktu 7 sekon.

MCCB75A NF 100 CP ini di back up dengan MCCB225A NF 250 CP yang berfungsi untuk mengamankan seluruh rangkaian dimana apabila MCCB75A NF 100 CP ini tidak dapat bekerja apabila telah terjadi gangguan pada rangkaian/motor maka MCCB225A NF 250 CP yang akan bekerja, dan MCCB ini akan trip dalam waktu 60 detik.



Gambar.7 Grafik Kerja Sistem Proteksi Motor Check Slump 2 hasil perancangan

Pada “Gambar.7” terlihat pada saat motor *Check Slump 2* mengalami gangguan yang disebabkan oleh beban lebih maka peralatan pengaman yang bekerja adalah THOR LRD16 yang diatur pada 12,5 A mengenai waktu trip THOR LRD16 pada saat beban lebih dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persentase over load dan waktu tripping THOR 12,5 A LRD16

Over Load	120% In (13,32A)	150% In (16,65A)	180% In (19,98A)	200% In (22,2A)	220% In (24,42A)
Waktu Tripping	600 detik	200 detik	90 detik	50 detik	28 detik

Sedangkan apabila terjadi hubung singkat maka peralatan pengaman yang bekerja adalah MCB32A IC60N karena MCB ini digunakan sebagai pengaman arus hubung singkat, Ketika terjadi hubung singkat sebesar 847 A yang didapat dari simulasi ETAP maka MCB32A IC60N akan trip dalam waktu 0,018 detik. MCB32A IC60N ini di back up dengan MCCB75A NF 125 SV yang berfungsi untuk mengamankan seluruh rangkaian motor pada panel Induk *Batchroom* dimana apabila MCB32A IC60N ini tidak dapat bekerja apabila telah terjadi gangguan pada rangkaian/motor maka MCCB75A NF 125 SV yang akan bekerja, dan MCCB ini akan trip dalam waktu 0,038 detik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan ulang sistem proteksi motor dan distribusi tenaga didapatkan pembagian beban yang seimbang pada fasa R ;44,55 kVA, S ;44,53 kVA,dan T ;44,90 kVA dengan %*Unbalance* mencapai 0,15% , serta pengaturan semua sistem proteksi motor dan beban 1 fasa yang telah disesuaikan dengan beban serta standar PUIL sehingga diharapkan tidak ada lagi motor yang terbakar akibat kegagalan sistem proteksi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugandi, Imam, Ir., Budiman, Masgunarto, Ir. MSc., Djoekardi, Djuhana, Ir., Soekarto, J.,Ir., Sukarni, “Panduan Instalasi Listrik PUIL 2011”. Jakarta : Yayasan Usaha Penunjang Tenaga Listrik. 2011.
- [2] National Electrical Manufacture Assosiation. 2009. *NEMA Standard*. Washington.DC: Part 12 Page 19
- [3] Setiadji, Julius Sentosa. Madmushah, Tabrani “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi” .Universitas Kristen Petra, Surabaya,2006.