

DAFTAR PUSTAKA

- Tomita, Noma. 2016. *Fault Report for 87 GT trip for Kamojang*. PT. Pertamina Geothermal Energy. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Kamojang Unit V.
- J.S. Firman. 2016. *Fault Report Plant Trip 05042016*. PT. Pertamina Geothermal Energy. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Kamojang Unit V.
- Y. Ando. 2014. *EPCC Total Proyek Panas Bumi 1x 35 MW*. Sumitomo Corp. PT. Pertamina Geothermal Energy. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Kamojang Unit V.
- T. Fakhru Hadi, Zulkarnaen Pane. 2014. *Pengurangan Arus Netral Pada Sistem Distribusi Tiga Fasa Empat Kawat Menggunakan Zero Sequence Blocking Transformer*. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Djulil Amri. 2012. *Analisis Dissolved Gas Analysis terhadap Kinerja Transformator 30 MVA Gardu Induk Belitung Menggunakan Metode Fuzzy*. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya.
- Pandjaitan Bonar. 2012. *Praktik-praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. CV Andi Offset. Yogyakarta.
- Erwin Gunawan. 2012. *Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Kualitas Daya Listrik Di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Franky. 2008. *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Tiga Fasa Terhadap Hasil Pengukuran*. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Jhon Wiley. 2008. *Handbook of Power Quality*. University of Bergamo. Italy.

- A. Novix Jefri. Analisis. 2008. *Analisis Harmonik dan Perancangan Single Tuned Filter pada Sistem Distribusi Standar IEE 18 Bus dengan Menggunakan Software ETAP Power Station 4.0*. Jurnal. Engineering Division. PT. Wijaya Karya Rekayasa Konstruksi. Jakarta.
- Bico Maxtrada. 2008. *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Antara Fasa-Fasa Menggunakan Transformator dengan Fasa-Netral terhadap Hasil Pengukuran*. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Adrianto. 2008. *Optimalisasi Penempatan Filter Pasif Untuk Mereduksi Rugi-Rugi Daya Akibat Arus Harmonik pada Industri Baja*. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik Elektro. Universitas Indonesia.
- Wahyu Kunto Wibowo, Ir. Yuningtyastuti, Abdul Syakur, ST. M.T. 2008. *Analisis Karakteristik Breakdown Voltage pada Dielektrik Minyak Shell Diala B pada Suhu 30°-130°C*. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Ardian Rizkytama. 2007. *Perancangan High Pass dan Single Tuned Filter sebagai Filter Harmonisa pada Sistem Kelistrikan Tabang Coal Upgrading Plant (TCUP) Kalimantan Timur*. Jurnal. Jurusan Teknik Eelektro. Fakultas Teknik. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Liem EK Bien, Dita Helna. 2007. *Studi Penyetelan Relay Differensial pada Transformator PT. Chevron Pacific Indonesia*. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Trisakti.
- Gers,Juan M& Edward J.Holmes. 2004. *Protection of Electricity Distribution Network-2nd Edition*. The Institution of Electical Engineers. London.

LAMPIRAN

Tag Number	87T Differential Protection T21
Description	Differential Relay (main protection) of Main Transformer PLTP KMJ-5 35MW
Job Title	Plant Trip Investigation
Finding Date	5 April 2016
Job Executor	Maintenance Electrical Section

Investigation Job Description

ITEM	PICK UP	OPERATED
51G W3	Yes	
87 T	Yes (A)	Yes (A)
87GD W3 #1	Yes	



Parameters	Actual Value	Setting
IA W1	-	
IB W1	-	
IC W1	-	
IA W2	0.49 A	0.7 A
IB W2	0.55 A	
IC W2	0.82 A	
IG W2	0.00 A	
IA W3	1.17 A	0.96 A
IB W3	0.67 A	
IC W3	0.86 A	
IG W3	0.34 A	
IA W4	0.00 A	
IB W4	0.00 A	
IC W4	0.00 A	
IG W4	0.00 A	

Characteristics	Item	pick up	time delay
IEC Inverse	51G W3	0.3A	0.73sec
	87T		10 cycles
CT Ratio Correction 0.5	87GD W3 #1	0.20A	10 cycles

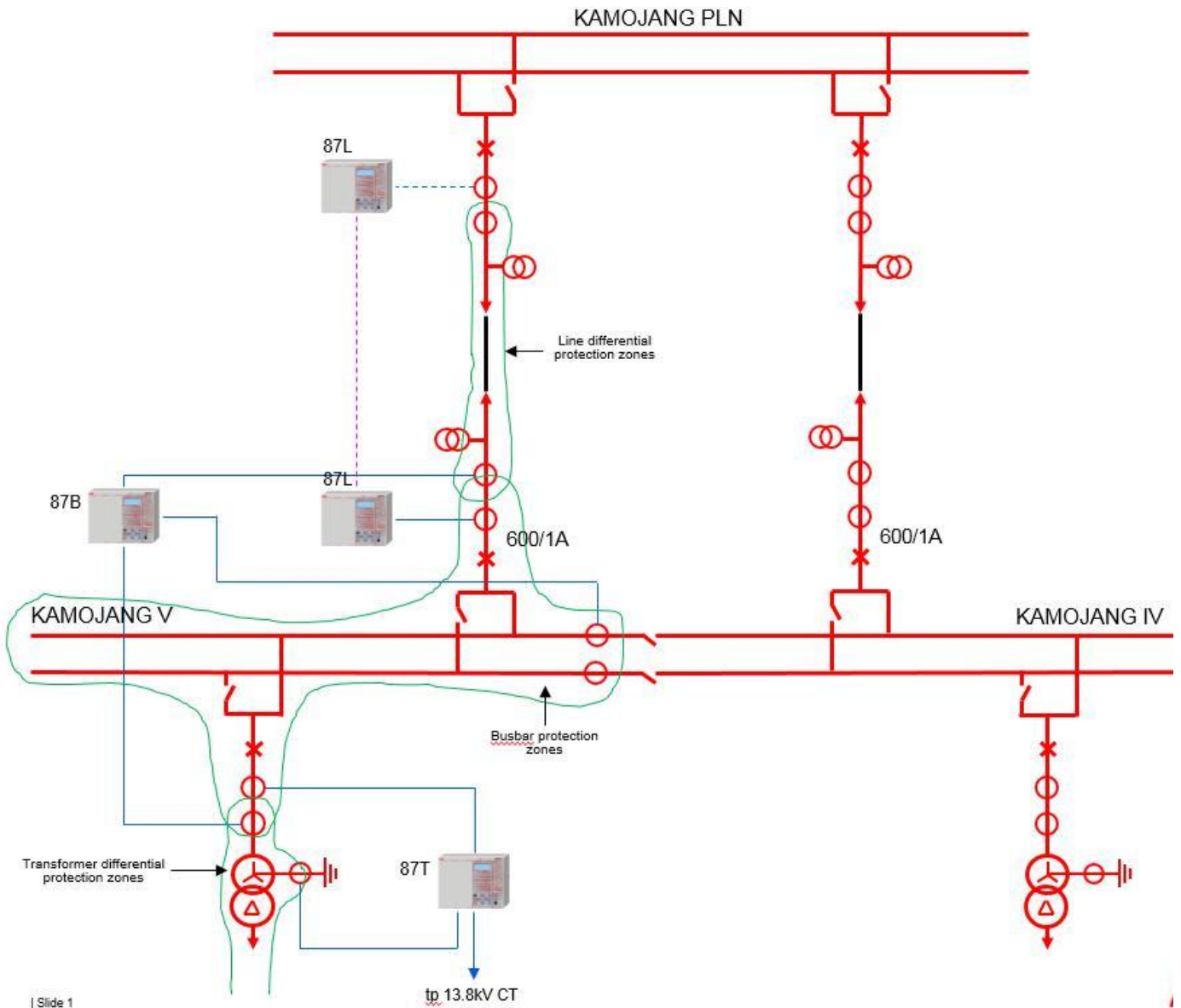
TEMUAN

1. Diketahui telah terjadi gangguan pada penjulung PLN 150kV kearah Wayang Windu bagian Bandung Selatan, pada saat yang bersamaan PLTP KMJ-5 mengalami trip akibat bekerjanya Phase Differential Relay (87T/H) Main Transformer T21 yang mentrigger 86U untuk membuka Generator Circuit Breaker (GCB), sehingga Unit-5 mengalami shutdown.
2. Tidak ditemukan indikasi pada proteksi internal Main Transformer seperti Buchholz Relay, PRPD/PRD, RS2001, Winding Temp Indicator, Oil Temp Indicator, dan proteksi lainnya yang memberikan sinyal alarm ataupun trip.
3. Tidak ditemukan adanya *oil leakage* (kebocoran minyak) pada *body* transformator.
4. Tidak ditemukan gejala fisis lainnya pada *body* transformator yang mengindikasikan kegagalan atau kerusakan (terbakar, terputus, ceceran minyak, dsb)
5. Belum bisa dipastikan apakah ada kaitan antara kejadian pada jaringan dengan tripnya PLTP KMJ-5.

For optimum protection coverage and coordination, the following relays are used:

Feeder/Protection zones	Protection Functions	Relay Type	Panel Name
150kV Overhead Line	Line differential protection + basic distance protection zone 2 &3	Toshiba, GRL200	LB Protection Panel
	Backup overcurrent & earth fault protection	ABB, REF615	LB Protection Panel
150/13.8kV Generator Transformer	Transformer differential protection + restricted earth fault protection	Fuji (Out of ABB scope)	GTPR (Out of ABB scope)
	Backup overcurrent & earth fault protection	ABB, REF615	GT Protection Panel
150kV Bus bars	Bus bar protection	ABB, REB670	BB Protection Panel

For each of protection functions applied for 150kV Switchyard, certain application notes are considered and described in the Setting Considerations under each protection setting calculation notes in Annexes.

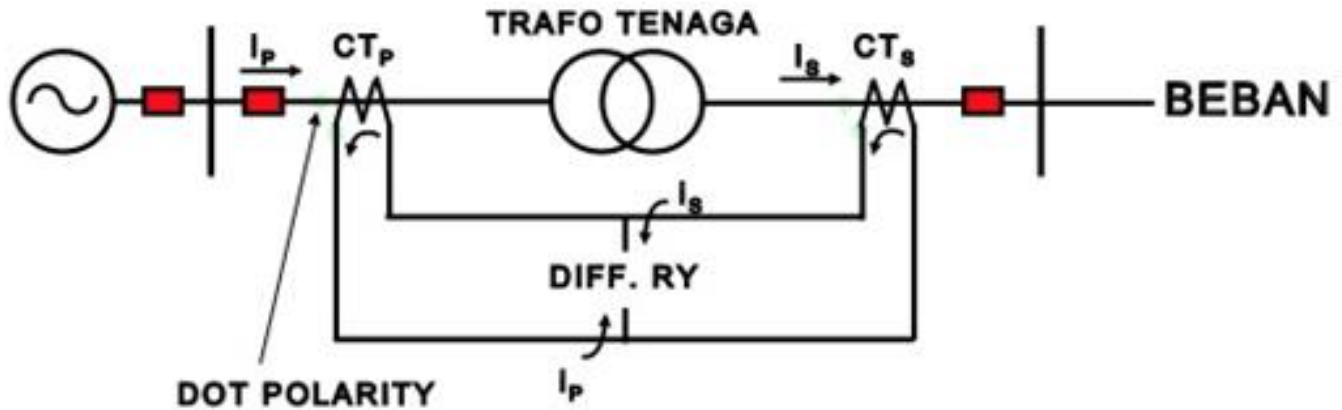


METODOLOGI DAN KRITERIA KOORDINASI PROTEKSI

- a) Semua proteksi utama dari masing-masing modul proteksi hanya akan bekerja apabila terjadi gangguan internal. Hal ini untuk memastikan selektivitas dan waktu hapus gangguan yang cepat.
- b) Proteksi cadangan yang disediakan adalah berupa rele *Overcurrent* dan rele *Earth fault*.

c) Proteksi utama bekerja secara *instantaneous*. Sedangkan proteksi cadangan bekerja dengan time delay untuk mengizinkan proteksi utama bekerja terlebih dahulu apabila terjadi gangguan internal. Selisih waktu operasi antara proteksi utama dan cadangan adalah kira-kira 0.4-0.5ms. Selisih waktu juga diterapkan antara sisi hulu dan hilir proteksi cadangan. Sisi hilir harus lebih cepat daripada sisi hulu.

ANALISA



Prinsip kerja rele diferensial (87)

1. Dalam keadaan normal, selisih arus yang mengalir melalui rele diferensial adalah 0. Apabila terjadi gangguan diluar zona proteksi, maka arus yang mengalir melewati rele proteksi semakin besar namun selisihnya tetap 0.
2. Rele diferensial hanya akan bekerja apabila terjadi gangguan di dalam zona proteksinya, dimana arus I_p menjadi lebih besar dan nilai arus I_s mendekati 0, sehingga arus yang terbaca oleh rele proteksi sama dengan arus I_p ($I_d=I_p$)

INVESTIGASI:

1. Pengecekan terhadap internal trafo menjadi concern utama akibat bekerjanya 87T ini, diantaranya adalah dengan melakukan pengujian DGA dan BDV terhadap Main Transformer 50MVA T21 dan Auxiliary Transformer 6MVA T23. Secara garis besar dari hasil DGA dan BDV menunjukkan **kondisi internal trafo yang masih baik dan aman dan direkomendasikan dapat beroperasi secara normal.**

Dissolved Gas Analysis (DGA)

T21

Hydrogen	H2	101
Water	H2O	33
CarbonDioxide	CO2	552
CarbonMonoxide	CO	19
Ethylene	C2H4	2
Ethane	C2H6	7
Methane	CH4	1
Acetylene	C2H2	0.5
TDCG		130.5

Result: **GOOD**

T23

Hydrogen	H2	33
Water	H2O	20
CarbonDioxide	CO2	410
CarbonMonoxide	CO	42
Ethylene	C2H4	2
Ethane	C2H6	13
Methane	CH4	7
Acetylene	C2H2	0.5
TDCG		97.5

Result: **GOOD**

Acceptance Criteria

GAS		STANDARD IEEE C57 104	STANDARD IEC 60599
Hydrogen	H₂	<100	<60
Carbon Dioxide	CO₂	<2500	<5100
Carbon Monoxide	CO	<350	<540
Ethylene	C₂H₄	<50	<60
Ethane	C₂H₆	<65	<50
Methane	CH₄	<120	<40
Acetylene	C₂H₂	<35	<3
Water	H₂O	---	---
Total Dissolved Combustible Gas TDCG (ppm)		<720	---

Breakdown Voltage Test (BDV Test):

T21 Average Voltage : 78.3kV (IEC 156 1995), dimana Standard Deviation (SD) s=2.63 dan s/x= 0.03

T23 Average Voltage : 80.0kV (IEC 156 1995), dimana Standard Deviation (SD) s= dan s/x=

POSSIBLE CAUSES:

1. Polaritas terbalik antar *wiring* terminal inputan dari *Current Transformer (multicore CT)*. Terbaliknya polaritas *wiring CT* dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang dihasilkan oleh CT dan dibaca oleh rele diferensial.

2. *External impact* yang berupa efek harmonisa dari jaringan/grid, dan rele proteksi harmonic filter blocking tidak bekerja atau tidak sesuai dengan semestinya.
3. *Internal fault*, karena rele diferensial merupakan proteksi utama terhadap gangguan internal trafo. Namun hal ini bisa dibuktikan dari pengujian DGA yang masih baik, apabila terjadi internal fault di dalam trafo maka akan muncul gas-gas tertentu sebagai akibat terjadinya gejala kegagalan (short circuit, corona, partial discharge, dsb).
4. Nilai setting proteksi yang masih belum optimal.

Causes:

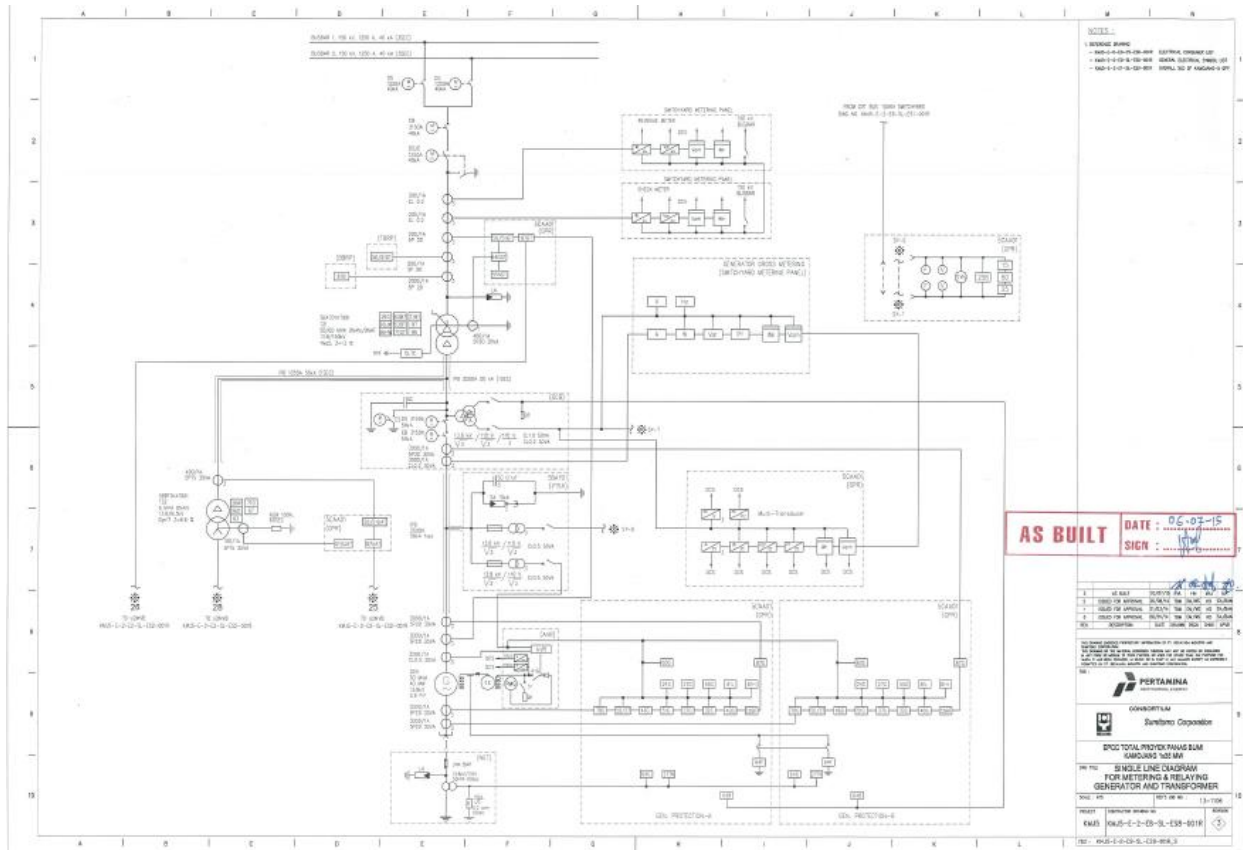
1. Belum diketahui penyebabnya secara pasti, masih dalam tahap investigasi.

Recommendation and Follow-Up:

1. Pengetesan internal trafo lebih lanjut untuk memastikan kondisi Trafo.
2. Pengecekan wiring diagram inputan CT

As Left:

Prepared by :	Checked by :	Approved by :
Electrical Maintenance Sr. Spv	Assistant Manager Facility&Maintenance	Maintenance Manager
Firman JS	Hadi S	Faiq Kautsar
March 15, 2016		



AS BUILT DATE: 06-07-15
SIGN: [Signature]

1	REVISION	DATE	BY
2	REVISION	DATE	BY
3	REVISION	DATE	BY
4	REVISION	DATE	BY
5	REVISION	DATE	BY
6	REVISION	DATE	BY
7	REVISION	DATE	BY
8	REVISION	DATE	BY
9	REVISION	DATE	BY
10	REVISION	DATE	BY
11	REVISION	DATE	BY
12	REVISION	DATE	BY
13	REVISION	DATE	BY
14	REVISION	DATE	BY
15	REVISION	DATE	BY
16	REVISION	DATE	BY
17	REVISION	DATE	BY
18	REVISION	DATE	BY
19	REVISION	DATE	BY
20	REVISION	DATE	BY
21	REVISION	DATE	BY
22	REVISION	DATE	BY
23	REVISION	DATE	BY
24	REVISION	DATE	BY
25	REVISION	DATE	BY
26	REVISION	DATE	BY
27	REVISION	DATE	BY
28	REVISION	DATE	BY
29	REVISION	DATE	BY
30	REVISION	DATE	BY
31	REVISION	DATE	BY
32	REVISION	DATE	BY
33	REVISION	DATE	BY
34	REVISION	DATE	BY
35	REVISION	DATE	BY
36	REVISION	DATE	BY
37	REVISION	DATE	BY
38	REVISION	DATE	BY
39	REVISION	DATE	BY
40	REVISION	DATE	BY
41	REVISION	DATE	BY
42	REVISION	DATE	BY
43	REVISION	DATE	BY
44	REVISION	DATE	BY
45	REVISION	DATE	BY
46	REVISION	DATE	BY
47	REVISION	DATE	BY
48	REVISION	DATE	BY
49	REVISION	DATE	BY
50	REVISION	DATE	BY
51	REVISION	DATE	BY
52	REVISION	DATE	BY
53	REVISION	DATE	BY
54	REVISION	DATE	BY
55	REVISION	DATE	BY
56	REVISION	DATE	BY
57	REVISION	DATE	BY
58	REVISION	DATE	BY
59	REVISION	DATE	BY
60	REVISION	DATE	BY
61	REVISION	DATE	BY
62	REVISION	DATE	BY
63	REVISION	DATE	BY
64	REVISION	DATE	BY
65	REVISION	DATE	BY
66	REVISION	DATE	BY
67	REVISION	DATE	BY
68	REVISION	DATE	BY
69	REVISION	DATE	BY
70	REVISION	DATE	BY
71	REVISION	DATE	BY
72	REVISION	DATE	BY
73	REVISION	DATE	BY
74	REVISION	DATE	BY
75	REVISION	DATE	BY
76	REVISION	DATE	BY
77	REVISION	DATE	BY
78	REVISION	DATE	BY
79	REVISION	DATE	BY
80	REVISION	DATE	BY
81	REVISION	DATE	BY
82	REVISION	DATE	BY
83	REVISION	DATE	BY
84	REVISION	DATE	BY
85	REVISION	DATE	BY
86	REVISION	DATE	BY
87	REVISION	DATE	BY
88	REVISION	DATE	BY
89	REVISION	DATE	BY
90	REVISION	DATE	BY
91	REVISION	DATE	BY
92	REVISION	DATE	BY
93	REVISION	DATE	BY
94	REVISION	DATE	BY
95	REVISION	DATE	BY
96	REVISION	DATE	BY
97	REVISION	DATE	BY
98	REVISION	DATE	BY
99	REVISION	DATE	BY
100	REVISION	DATE	BY