

Optimasi Kinerja *Load Scheduler* dengan System PLC PLTG 2 Cilacap

Siswanto¹, YB. Praharto²

^{1,2} Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

email: siswanto.sttw@yahoo.com, ybptra06@gmail.com

Abstrak

Turbin Gas adalah suatu mesin Konversi Energi yang merubah energi kimia (HSD) menjadi energi gas. Di dalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik berupa putaran yang menggerakkan roda turbin dan di kopel dengan Generator sehingga menghasilkan Energi Listrik. Turbin gas dalam operasinya untuk menghasilkan putaran nominal dari start awal putaran sampai Full Speed No Load (FSNL) 4850 rpm dan pembebanan diatur atau dikendalikan oleh motor Load scheduler dengan mengatur bahan bakar untuk mempertahankan beban yang diinginkan. Turbin gas dalam operasinya sering mengalami kendala-kendala yang akhirnya menyebabkan putaran turbin tidak stabil dan berakibat daya mampu nominal dari generator turun karena tidak bisa dioperasikan maksimal hanya 17 MW. DMN (Daya Mampu Nominal) adalah 20 MW. Setelah dilakukan pengecekan ternyata motor Load Schedulle mengalami kerusakan, Motor Load Schedulle sudah tidak ada gantinya karena pabriknya sudah tidak memproduksi lagi (absolut) maka dilakukan kajian dan analisa yang mendalam untuk menormalkan kembali DMN PLTG. Agar PLTG tidak mengalami gangguan di sistem Load Schedulle maka diputuskan untuk dimodifikasi dari motor Load Schedulle dengan I/P Converter yang menggunakan sistem PLC-ScadaPack sebagai Pengendalinya. Dengan mengganti motor Load Schedulle dengan I/P converter yang menggunakan PLC-ScadaPack maka putaran turbin menjadi stabil dan beban normal kembali yang tadinya hanya mampu 17 MW setelah dimodifikasi daya mampu nominal menjadi 20 MW dan unit menjadi handal sehingga pasokan tenaga listrik bisa terpenuhi atau melebihi dari target dari Perusahaan.

Kata kunci : Motor Load Schedulle, I/P Converter, PLC ScadaPack,

1. Pendahuluan

Dengan lajunya perkembangan jaman dan diikuti oleh kemajuan teknologi, baik itu elektronik maupun teknologi informasi tentu juga akan meningkatkan kebutuhan energi listrik baik untuk industri maupun rumah tangga. Untuk menyediakan energi listrik yang kontinyu dan berkualitas diperlukan pembangkit tenaga listrik yang handal dan menghasilkan *output* yang sesuai dengan kebutuhan.

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) adalah salah satu jenis pembangkit yang ada di Indonesia yang melakukan konversi energi dari gas menjadi energi mekanik kemudian dirubah menjadi energi listrik. Pengontrol turbin gas (*Gas Turbin Controller*), harus mampu menyelenggarakan seluruh kebutuhan dan pengendalian pengoperasian turbin gas sesuai spesifikasi yang telah ditentukan pada bagian *execution* dengan program kontrolnya^[1]. Kontrol turbin gas yang terdiri dari ready to start (stand by), dan start-up/Shutdown program, serta In operation, yang terdiri dari: *Temperature Control*, *Speed Control* dan *Load Control*^{[1][2]}.

Sebelum revolusi industri dan kemajuan mesin uap, maka produk-produk kebanyakan dihasilkan dengan tenaga kerja manual. Karena mesin-mesin dan ekuipmen untuk memproduksi produk-produk belum atau tidak digunakan maka tidak memerlukan pengontrolan proses baik itu manual atau secara otomatis, namun dengan adanya kemajuan revolusi industri, produk-produk diproduksi secara masal oleh pabrik-pabrik yang besar. Mesin dan ekuipmen mulai digunakan untuk menghasilkan produk-produk tersebut dan kenyataannya perlu proses kontrol dan ekuipemen otomatis. Ditemukan bahwa produk-produk yang diproses dengan alat kontrol

ITEKS
Intuisi Teknologi Dan Seni

=====

otomatis kecepatan produksinya lebih cepat dan berkualitas tinggi dibandingkan produk-produk yang diproduksi oleh tenaga kerja orang.

Biaya produksi juga menurun dibanding oleh tenaga kerja orang. Alat kontrol proses otomatis berkembang dengan kecepatan eksponensial. Pertama alat kontrol mekanik, kemudian pneumatik, elektronik dan pada masa kini adalah sistem kontrol digital, semua ini akibat biaya produksi lebih murah, lebih produktif, dan hasil lebih berkualitas. Pada kontrol manual ini tidak ada feedback. Dengan kata lain tidak ada pengukuran temperatur pada *heat exchanger* dan kemudian membandingkannya dengan nilai *set point* yang diinginkan dengan menggunakan suatu instrumen. Tipe kontrol ini disebut pengontrolan open loop. Dengan pengontrolan *open loop* atau pengontrolan secara manual berarti tidak ada feedback. Perlu diketahui bahwa sinyal pengukuran adalah terbuka atau tidak dihubungkan ke kontroler, maka pada *lup* ini tidak ada feedback^{[3][4]}.

Kontrol otomatis atau control *lup* tertutup (*closed loop*) ini berarti bahwa operator proses membantu sebagai instrument pada *lup* pengontrolan, yang diperlukan untuk mengatur *final control element* (contoh, valve) agar mempertahankan proses pada nilai yang diinginkan^[5]. Kontrol otomatis hanya dapat di implementasikan jika semua instrumen yang diperlukan untuk *lup* pengontrolan tersedia *Pneumatic* dari bahasa Yunani berarti udara atau angin. Semua system yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut dengan system pneumatik. Dalam *Check Valve* merupakan valve dengan mekanisme *non return*, sistem pegas dan katupnya hanya memperbolehkan aliran udara lewat dengan satu arah saja. *Check valve* ini banyak digunakan pada rangkaian pengaman pada system pneumatik.

2. Metode Perancangan

Metode yang digunakan mencari referensi, mengumpulkan data-data yang diperlukan dan mengolahnya sehingga bisa digunakan sebagai acuan melakukan modifikasi. Melakukan pengujian dan pembahasan sehingga dihasilkan suatu kesimpulan yang tentunya peningkatan kinerja peralatan yang dimodifikasi. Tujuan utama modifikasi ini adalah meningkatkan keandalan peralatan tersebut. *Programmable Logic Controllers* (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic* adalah: sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang diimplementasikan dalam fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog. Berdasarkan namanya konsep PLC adalah *Programmable, Logic dan Controller*^{[6][7]}.

Load Sceduller tersebut akan gagal bekerja. Jika *Load Sceduller* bekerja sebagaimana mestinya, maka kerusakan yang parah akibat gangguan mestinya dapat dicegah atau jika gangguan disebabkan karena sudah ada kerusakan^[8], maka kerusakan ini dapat dibatasi seminimal mungkin tidak menjalar ke bagian yang lain^[9]. *Load Sceduller* harus dapat bekerja sesuai dengan fungsinya oleh karena itu peralatan-peralatan yang terpasang pada instalasi harus memenuhi persyaratan sebagai relay pengatur, karena jika persyaratan tersebut jika tidak terpenuhi akan terjadi kegagalan. Fungsi utama *Load Sceduller* adalah mengatur/ mengontrol putaran Turbin^{[1][10]}. Dan mengatur/ mengontrol beban PLTG. Serta mengatur *flow* bahan bakar yang masuk ke ruang bakar.

2.1 Alat dan Bahan Perancangan

Alat Perancangan, yang dibutuhkan dalam penelitian, diantaranya adalah:

- a. Komputer dengan system operasi windows XP
- b. *Software* TelePace

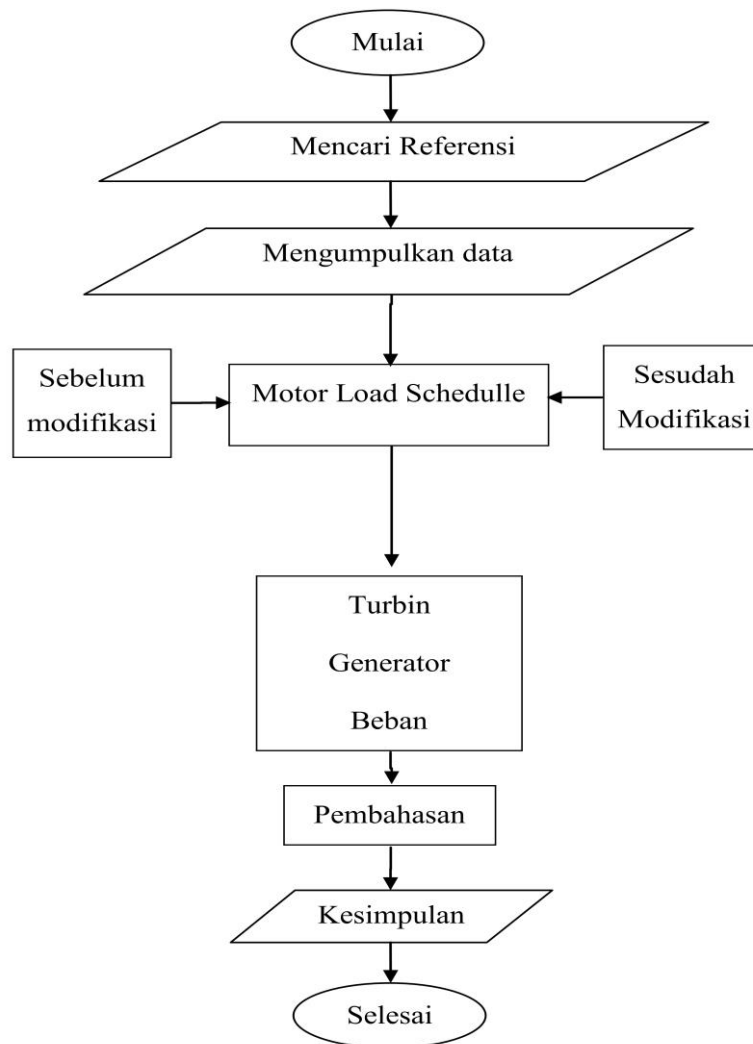
ITEKS
Intuisi Teknologi Dan Seni

=====

c. Laptop, Printer, Alat Ukur

2.2 Bahan perancangan, yaitu sebagai berikut :

- Wiring diagram, sistem PLC ScadaPack di Unit PLTG Cilacap.
 - I/P Converter dengan menggunakan sistem PLC
 - Data-data dari PLTG dan Motor *Load Schedulle* dan I/P Converter dengan sistem PLC yang berupa data peralatan, data-data teknis yang diperlukan .
- Flow-chart dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Dari gambar flow-chart diatas dapat dilihat susunan langkah – langkah dalam pelaksanaan perancangan yang akan dilaksanakan. Langkah awal dalam melakukan perancangan adalah proses pengumpulan bahan referensi sebagai penunjang atau landasan teori dalam melaksanakan perancangan, setelah referensi yang dibutuhkan cukup dilanjutkan dengan pengujian pada sebelum dan sesudah studi kasus modifikasi motor Load schedulle ke I/P converter dengan menggunakan sistem PLC di PT. Indonesia Power Unit PLTG Cilacap untuk mengambil data pengujian. Pada bagian ini merupakan proses penentuan masalah yang akan dibahas dan menentukan tujuan akhir dari perancangan atau modifikasi. Dalam hal ini menentukan objek yang akan dipantau serta batas-batas permasalahan yang akan di teliti.

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

Dari data-data tersebut kemudian data tersebut dianalisis sesuai dengan teori yang telah di paparkan diatas sehingga menghasilkan suatu kesimpulan yang merupakan hasil dari perancangan atau modifikasi ini. Permasalahan yang sering terjadi pada Motor *Load Schedulle* adalah :

- Jika bagian-bagian komponen Motor *Load Schedulle* rusak tidak bisa diperbaiki atau harus diganti.
- Bagian-bagian komponen Motor *Load Schedulle* yang rusak susah didapatkan di pasaran (Absolut).
- Motor *Load Schedulle* sudah tidak tersedia stocknya digudang.
- Jika Motor *Load Schedulle* rusak dan tidak ada persediaan digudang maka secara otomatis PLTG tidak bisa dioperasikan.

Solusi paling tepat untuk mengatasi masalah yang ada di Motor *Load Schedulle* adalah :

- Mencari Motor *Load Schedulle* dari Unit lain yang sama tipenya dan itupun unit lain sudah banyak yang di retrofit (sudah dimodifikasi).
- Modifikasi Motor *Load Schedulle* ke I/P Converter dengan menggunakan sistim PLC ScadaPack.

3. Hasil Pengujian Dan Pembahasan

3.1 Hasil uji Load Schedulle sebelum dimodifikasi terhadap putaran dan beban.

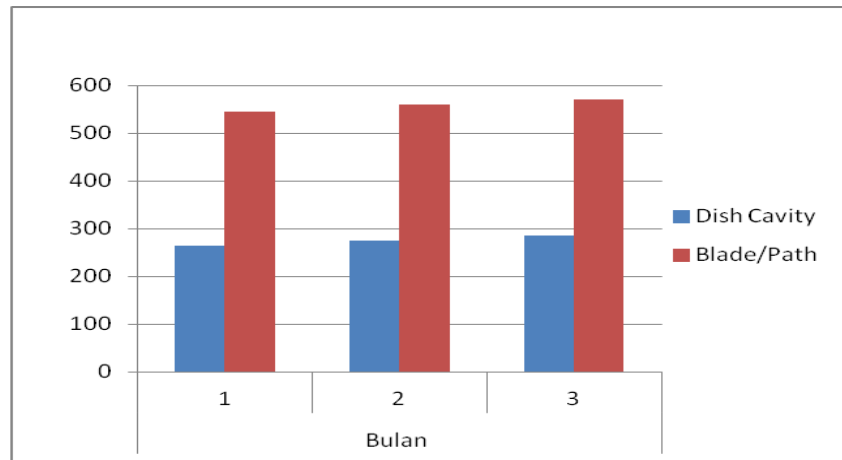
- Pada bulan pertama unit PLTG cilacap dayanya hanya mampu dioperasikan 17 MW (derated 3 MW) dikarenakan pada sistem pengaturan beban kondisi peralatan motor *Load Schedulle* mengalami kerusakan sehingga beban tidak dapat dioperasikan pada beban *Base load* 20 MW.
- Pada bulan kedua dilakukan perbaikan pada sistem pengaturan beban dengan mengganti bagian *part* dari motor *Load Schedulle*, setelah dioperasikan daya dari turbin bertambah sehingga daya generator meningkat menjadi 18.5 MW ada kenaikan 7.5 % dari daya mampu.
- Pada bulan ke tiga unit PLTG terjadi gangguan dengan kasus motor *Load Schedulle* rusak, sehingga unit tidak dapat dioperasikan dengan kejadian tersebut kita mengambil motor *Load Schedulle* dari unit lain, yaitu dari Indonesia Power UBP Priok Jakarta dan kondisinya juga tidak sempurna kemampuannya hanya 90%, setelah dipasang hanya dapat dioperasikan dengan beban maksimal 19 MW.

Dengan kejadian diatas dari bulan ke 1, 2 dan ke 3 bisa dilihat tabel dan kinerja turbin dan generator selama unit belum dimodifikasi dan dapat ditarik kesimpulan dan analisa bahwa unit dalam keadaan derated 1 MW = 5% dari beban *Base Load*, kondisi motor *Load Schedulle* yang kemampuannya sudah menurun dan pabriknya sudah tidak memproduksi lagi maka untuk mengatasi masalah tersebut harus segera dilakukan modifikasi supaya kemampuan beban menjadi 20 MW bisa normal kembali dan keandalan unit bisa terjaga.

Tabel 3.1 Temperatur Turbin data diambil 3 bulan sebelum di modifikasi.

Bulan	Dish Cavity (° C)	Blade / Path (° C)
1	265	545
2	275	560
3	285	570

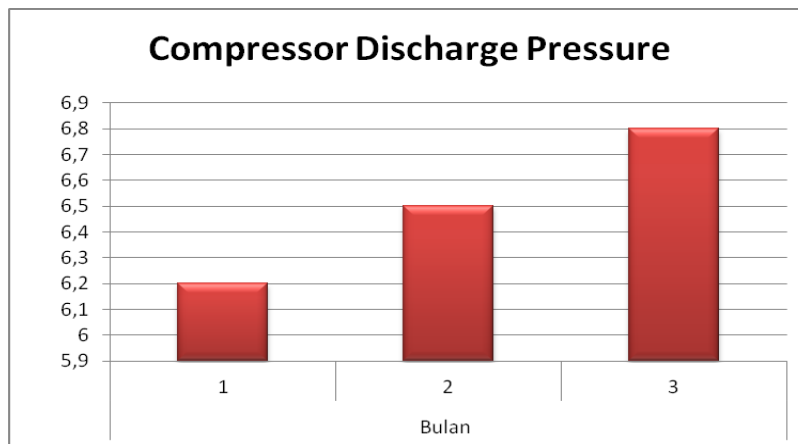
Kondisi diatas dilihat pada grafik Temperatur *Dish Cavity* dan *Blade/Path* pada gambar 3.2,



Gambar 3.1. Grafik temperatur *Dish Cavity* dan *Blade/Path*

Tabel 3.2. *Compressor Dishcharge Pressure* sebelum modifikasi

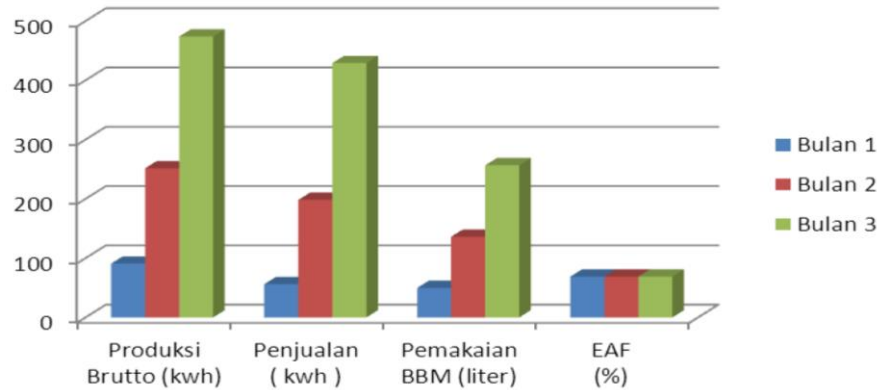
Bulan	Compressor Discharge Pressure (Kg/cm ²)
1	6,2
2	6,5
3	6.8



Gambar 3.2. Grafik *Compressor Discharge Pressure* sebelum modifikasi

Tabel 3.3 Beban, Daya Buta, Arus dan Tegangan Generator data 3 bulan sebelum di modifikasi.

Pengambilan data	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3
Produksi Brutto (kwh)	90,7	251,5	473,7
Penjualan (kwh)	56,11	136,17	256,58
Pemakaian BBM (liter)	49,69	136,17	256,58
EAF (%)	68,77	68,87	68,97



Gambar 3.3 Grafik kinerja unit PLTG Westinghouse data diambil 3 bulan sebelum dimodifikasi

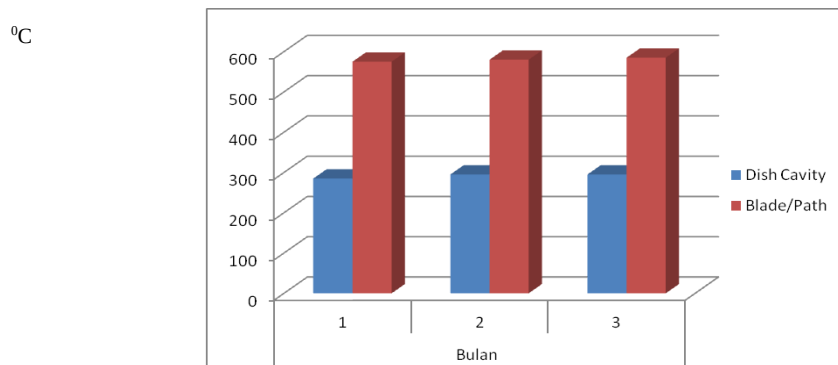
3.2 Hasil uji Load Schedulle sesudah modifikasi terhadap putaran dan beban

Setelah dilakukan modifikasi motor Load Schedulle ke I/P converter dengan menggunakan PLC maka dilakukan pemantauan keadaan unit terhadap (turbin, generator dan kinerja unit) selama tiga bulan bisa dilihat tabel dan grafik 3.5, 3.6 dan 3.7 sesudah dimodifikasi.

Tabel 3.4 Temperatur Turbin, data diambil 3 bulan sesudah modifikasi..

Bulan	Dish Cavity (° C)	Blade/Path (° C)
1	285	575
2	295	580
3	295	585

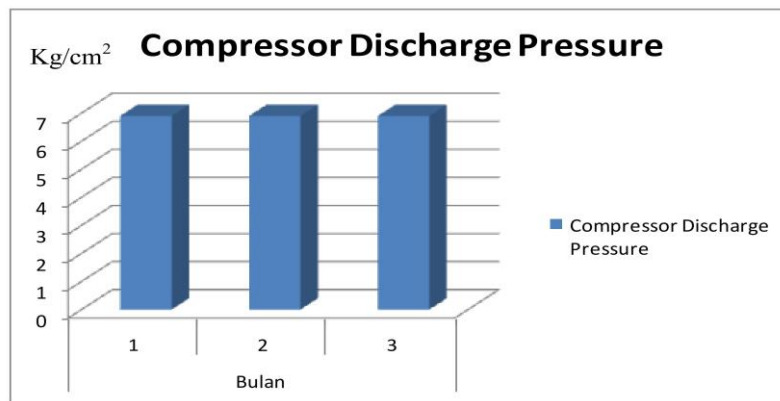
Temperatur Dish Cavity Alarm dan Trip setting yang di ijinan = 345°C. Dan Temperatur Blade/Path Alarm dan Trip setting yang di ijinan = 595°C.



Gambar 3.4. Grafik temperatur turbin sesudah modifikasi

Tabel 3.5. *Compressor Discharge Pressure* sesudah *Load Schedulle* di modifikasi.

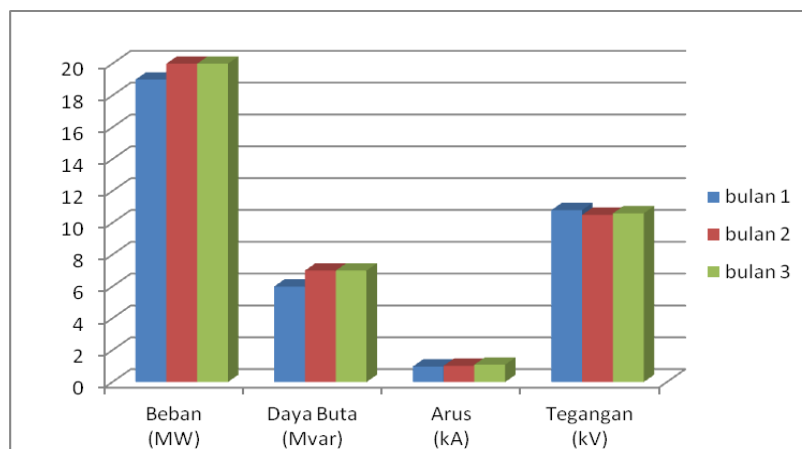
Bulan	<i>Compressor Discharge Pressure</i> (Kg/cm ²)
1	6,9
2	6,9
3	6,9



Gambar 3.5 Grafik *Compressor Discharge Pressure* sesudah *Load Schedulle* di modifikasi.

Tabel 3.6. Beban, daya buta, arus dan tegangan generator data diambil 3 bulan sesudah dimodifikasi.

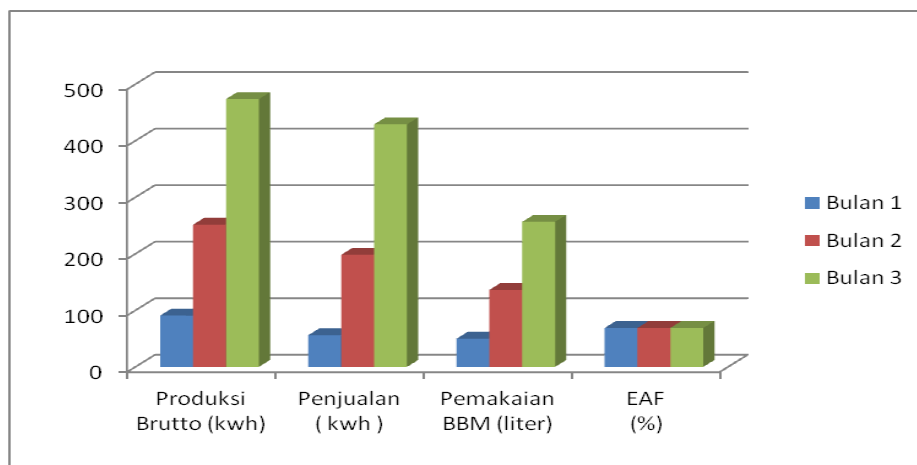
Bulan (ke)	Beban (mw)	Daya Buta (mw)	Arus (kA)	Tegangan (kv)
1	19	6	1.08	10.8
2	20	7	1.13	10.5
3	20	7	1.13	10.6



Gambar 3.6 Grafik Generator data diambil 3 bulan sesudah Motor *Load Schedulle* di modifikasi

Tabel 3.7. Realisasi kinerja unit PLTG data diambil 3 bulan sesudah modifikasi.

Pengambilan data	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3
Produksi Brutto (kwh)	441,04	794,27	891,3
Penjualan (kwh)	400,66	741,47	841,05
Pemakaian BBM (liter)	245,31	424,06	473,40
EAF (%)	36,13	68,97	68,88



Gambar 3.7 Grafik Realisasi kinerja PLTG data diambil 3 bulan sesudah modifikasi.

3.3 Pembahasan Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan dapat kita lihat peningkatan dan kestabilan kinerja daripada *Load Schedules* antara lain sebagai berikut :

1. Kestabilan kinerja *Compressor Discharge Pressure* (CDP)

Tabel 3.8 Perbandingan CDP sebelum dan sesudah modifikasi

Bulan	1	2	3
Sebelum Modifikasi	6,2	6,5	6.8
Sesudah Modifikasi	6,9	6,9	6,9

Karena Kinerja *Compressor Discharge Pressure* (CDP) ini sangat berkaitan erat dengan beban dari PLTG, semakin besar CDP ini semakin besar pula daya yang dihasilkan dengan tetap memperhatikan batasan-batasan kemampuan peralatan yang lainnya. Pada tekanan 6,9 Kg/cm² *Compressor Discharge Pressure* PLTG dapat menghasilkan daya 20 MW. CDP ini berkaitan erat pula dengan kemampuan dari tenaga turbin yang dihasilkan dari proses pembakaran, dengan stabilnya kinerja *Load Schedules* dampaknya adalah daya Generator dapat mencapai 20 MW sesuai dengan yang diharapkan. Output dari daya stabil pada angka 20 MW tidak terjadi *hunting* (daya naik dan turun karena respon *Load Schedules* yang lambat pada sistem yang lama) dan sistem yang baru ini menjadi solusinya.

ITEKS
Intuisi Teknologi Dan Seni

3.2. Daya Mampu Nominal (DMN) maximal PLTG dapat tercapai.

Tabel 3.9. Perbandingan daya mampu nominal sebelum dan sesudah modifikasi

Bulan	1	2	3
Sebelum Modifikasi	17	18	19
Sesudah Modifikasi	19	20	20

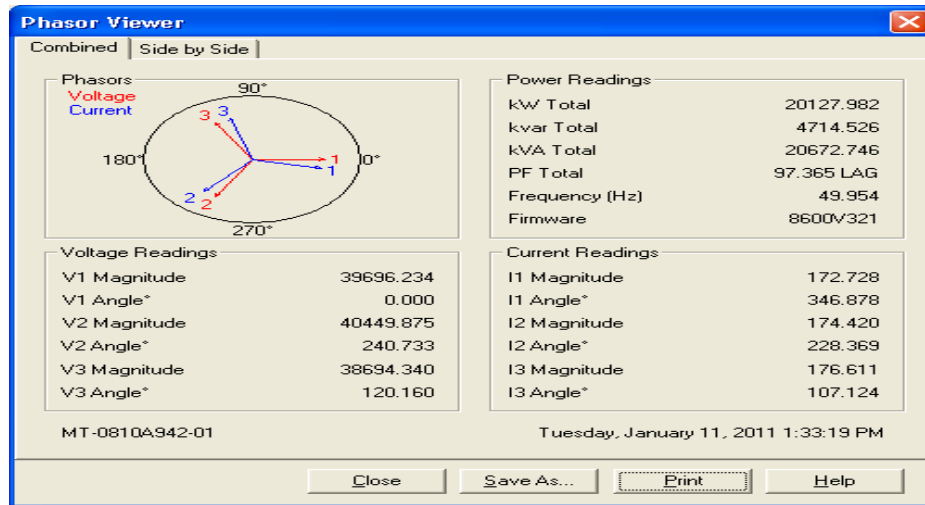
Jika ditinjau dari desain pabrik DMN PLTG WestingHouse yang sesuai dengan Manual Book kemampuan dari Generator pada saat *Peak Load* adalah 37,5 MW dengan Ambient Temperatur 15⁰ Celcius. Tetapi hal itu tidak mungkin bisa dicapai karena iklim di negara kita adalah tropis *Ambient Temperatur* rata-rata 30⁰ Celcius. Sesuai dengan hasil *Performance Test* maka diputuskan bahwa DMN PLTG WestingHouse Cilacap adalah 20 MW dan ini sudah menjadi kesepakatan bersama antara Indonesia Power dengan pihak konsumen yaitu PLN P3B.

Dalam membuat kesepakatan ini pihak produsen/pembangkit listrik memberikan data yang akurat dan *real time* yang digunakan sebagai acuan untuk pola pengoperasian PLTG. Data tersebut dapat kita lihat tabel pada halaman di bawah ini.

Tabel 3.10 Data Real Time PLTG 2 Cilacap pada saat beban 20 MW

	Total	Phase A	Phase B	Phase C
1/11/2011 1:32:40 PM				
Volts L-N	39,612.730	39,700.391	40,485.945	38,651.855
Volts L-L	68,611.875	69,168.672	68,746.148	67,920.789
Amps	177.618	175.754	177.463	179.636
kW	20,574.150	6,795.248	7,016.108	6,762.794
kVAR	4,674.311	1,575.283	1,536.942	1,562.086
kVA	21,098.457	6,977.500	7,184.775	6,943.260
Power Factor	97.515 LAG	97.388 LAG	97.652 LAG	97.401 LAG
Frequency	49.897			

Tabel 3.11. Phasor Viewer PLTG 2 Cilacap pada saat beban 20 MW



Dari data proses modifikasi sistem kontrol *Load Schedule* yang sudah dilakukan pada sistem peralatan kontrol (*Pneumatic*) jika dibandingkan dengan sistem pengaturan yang baru menggunakan I/P Converter dan PLC ScadaPack di PLTG Cilacap, terbukti dapat mengatasi permasalahan ketidak stabilan dan penurunan beban saat mesin beroperasi. Data performansi dan operasi sebelum dimodifikasi sering terjadi penurunan beban (*derated*) dari 20 MW menjadi 17 MW. *Base Load* beban bisa dipertahankan stabil pada posisi 20 MW, dengan modifikasi *Load Schedule*, metode ini terbukti dapat meningkatkan EAF (*Equivalent Availability Factor*) dan *Reliability* dari PLTG Cilacap sehingga berefek positif terhadap kesiapan operasi dan kesetabilan tegangan dan suplai tenaga listrik.

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

- Modifikasi sistem kontrol *Load Schedule* yang lama (*Pneumatic*) dengan sistem yang baru menggunakan I/P Converter dan PLC ScadaPack di PLTG Cilacap dapat mengatasi permasalahan ketidak stabilan dan penurunan beban saat mesin beroperasi. Sebelum dimodifikasi sering terjadi penurunan beban (*derated*) menjadi 17 MW.
- Pada saat beroperasi posisi *Base Load* beban yang kita harapkan adalah 20 MW dan hal ini dapat diatasi setelah dilakukan modifikasi. Pada saat *Base Load* beban bisa dipertahankan stabil pada posisi 20 MW, dengan modifikasi *Load Schedule* ini dapat meningkatkan EAF (*Equivalent Availability Factor*) dan *Reliability* dari PLTG Cilacap.

4.2 Saran

- Untuk menjamin keandalan *system control* PLTG cilacap diperlukan adanya modifikasi pada bagian tertentu yang tidak mungkin dilakukan perbaikan karena *spare part* nya sulit didapatkan di pasaran atau pabrik sudah tidak memproduksi lagi (*absolut*).
- Pada modul ScadaPack ini masih banyak input yang belum dimanfaatkan, dari 15 input yang tersedia baru 4 input yang dipakai masih ada 11 input yang belum digunakan, maka untuk langkah ke depan masih ada bagian *control* dengan sistem ScadaPack ini.

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

=====

5. Daftar Pustaka

- [1] PT.INDONESIA POWER Unit PLTG Cilacap , Manual Book , 1997.
- [2] PT. PLN, Jakarta, 1992 “Standart PT. PLN, SPLN 109-5 Tentang Pola SCADA“,.
- [3] Westing House, IBH Publishing “ Electrical Transmision Distributions “.
- [4] William Bolton, Programmable Logic Controller (PLC) Edisi 3 Jakarta:Erlangga 2004
- [5] UPDS Surabaya, “ Perancangan Dan Pengembangan Sistem SCADA“, FTI ITS, Surabaya, 1995.
- [6] PT. Teravisindo Sukses, “ SOP ScadaPack Industrial “, 2007.
- [7] Hartono, ST ; HO Metodologi Penulisan Scada Pack , Jurusan Teknik Elektro , STT Wiworotomo , 2011.
- [8] Pabla, A.S, “ Sistem Distribusi Daya Listrik“, Erlangga, Jakarta,
- [9] Anton F. P. van Putten, 1988, Electronic Measurement Systems, Prentice Hall International
- [10] Chapman, Stephen J., *Electric Machinery Fundamentals, Third Edition*, New York : McGraw-Hill Book Company, 1999.