

## EVALUASI PEMASANGAN SOFTSTARTER PADA MOTOR POMPA PENDINGIN SEKUNDER (PA-02/03 AP001) RSG-GAS

Koes Indrakoesoema dan Muhammad Taufiq

Pusat Reaktor Serba Guna  
BATAN SERPONG  
koes@batan.go.id

### ABSTRAK

**EVALUASI PEMASANGAN SOFTSTARTER PADA MOTOR POMPA PENDINGIN SEKUNDER (PA-02/03 AP001) RSG-GAS.** Arus start motor induksi 3 fasa pada sistem sekunder sangat besar, dapat mencapai 3 sampai 5 kali arus nominalnya sehingga perlu dilakukan metode pengurangan arus start tersebut. Dari ke tiga motor pompa sekunder, satu buah motor (PA-01 AP001) belum dilengkapi dengan softstarter. Sebelum dilakukan pemasangan softstater, ke dua motor (PA-02/03 AP001) menggunakan metode start wye-delta. Telah dilakukan pemasangan softstarter pada 2 (dua) motor pompa pendingin sekunder, yaitu pada motor pompa PA-02 AP001 dan PA-03 AP001. Metode pengukuran arus dan tegangan saat start dilakukan pada PA-01/02/03 AP001 dengan menggunakan Power Quality Analyzer. Pada PA-01 AP001 terjadi hentakan arus hingga mencapai 1350 A dan mencapai nilai optimalnya pada detik ke 0,5, yaitu 300 A. Pada PA-02 dan PA-03 arus start membentuk kurva dimana untuk PA-02, arus fasa terbesar adalah  $IS = 1309$  A, tercapai dalam 3 detik. Pada PA-03 AP001 arus terbesar adalah pada fasa S, yaitu  $IS = 1721$  A yang tercapai dalam 4 detik. Arus mencapai keadaan stabil yaitu 200 A setelah 1,6 detik pada PA-02 AP001 dan 300 A setelah 1,2 detik pada PA-03 AP001. Tegangan saat start untuk PA-02 dan PA-03 adalah 160 V kemudian naik secara bertahap mencapai tegangan nominal 380 V pada detik ke 5,7. Dengan pemasangan softstarter arus start turun hingga 3%.

**Kata kunci :** softstarter, arus start, motor pompa, pendingin sekunder

### ABSTRACT

**EVALUATION OF SOFTSTARTER INSTALLATION ON SECONDARY COOLING PUMPS (PA-02/03 AP001) RSG-GAS.** The 3 phase induction motor current in the secondary system is very high, it can be reach 3 to 5 times the nominal current so it needs the method of reduction of the start current. From the three secondary pumps, one motor (PA-01 AP001) is not yet equipped with a soft starter. Prior to the installation of softstater, the two motors (PA-02/03 AP001) using the start wye-delta method. Softstarter installation has been done on 2 (two) secondary cooling pump motor, that is on pump motor PA-02 AP001 and PA-03 AP001. Measurement method is done on PA-01/02/03 AP001 by using Power Quality Analyzer to get current and voltage. In PA-01 AP001 there is a current hitting up to 1350 A and reaches its optimal value at 0,5 seconds, ie 300 A. At PA-02 and PA-03 the start current forms a curve where for PA-02, the high phase current  $IS = 1309$  A, reached in 3 seconds. In PA-03 AP001 the highest current is in phase S, ie  $IS = 1721$  A which is achieved in 4 seconds. The current reaches a stable state of 200 A after 1.6 seconds at PA-02 AP001 and 300 A after 1.2 seconds at PA-03 AP001. With the installation of softstarter the start current drops to 3%. The initial starting voltage for PA-02 and PA-03 is 160 V then rises gradually to a nominal voltage of 380 V at 5.7 seconds.

**Keywords:** soft starter, start current, pump motor, secondary cooling

### PENDAHULUAN

Sistem Pendingin Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy terdiri dari 2 sistem, yaitu sistem pendingin primer dan sistem pendingin sekunder. Sistem pendingin primer berfungsi mengambil panas dari hasil reaksi fisi yang berlangsung di teras reaktor, sedangkan sistem pendingin sekunder berfungsi mengambil panas dari sistem pendingin primer untuk selanjutnya panas tersebut dibuang ke udara luar melalui cooling tower.

Sistem Pendingin Sekunder dilengkapi dengan 3 buah motor pompa yang akan mensirkulasikan air pendingin untuk mengambil panas dari air primer. Dalam

pengoperasiannya hanya dioperasikan 2 buah motor pompa, sedangkan yang ketiga sebagai cadangan.

Pompa sentrifugal dikopel secara langsung pada poros motor listrik. Saat tegangan secara langsung dikenakan pada start motor listrik, pompa secara cepat berakselerasi dengan kecepatan penuh, dalam waktu kurang dari seperempat detik[1].

Catu daya masing-masing motor pompa sekunder (PA-01 AP001, PA-02 AP001 dan PA-03 AP001) diperoleh dari busbar BHA, BHB dan BHC dengan kapasitas busbar masing-masing 2500 A. Masing-masing motor adalah jenis motor induksi tiga fasa, dengan daya keluar 220 kW (PA-01/02 AP001) dan 250 kW untuk PA-03 AP001, putaran 1475 rpm,

tegangan 380 V, arus 420 A, frekuensi 50 Hz dan faktor daya 0,86.

Motor induksi saat dihubungkan dengan tegangan sumber secara langsung (DOL) akan menarik arus 500% sampai 700% dari arus beban penuh dan menghasilkan torsi 1,5 sampai 2,5 kali torsi beban penuh. Arus mula yang besar dapat mengakibatkan pengurangan (drop) tegangan pada saluran sehingga akan mengganggu peralatan lain yang dihubungkan pada saluran yang sama[2].

Ketiga motor menggunakan metode start dengan hubungan wye-delta, dimana dengan metode ini dapat mengurangi arus start dan besarnya torsi. Perlengkapan start hanya terdiri dari 3 buah komponen, yaitu kontaktor, relay beban lebih dan timer untuk menset waktu dalam posisi bintang. Saat normal operasi, motor harus terhubung dalam posisi delta. Dengan metode ini, saat pindah dari posisi wye ke posisi delta untuk mencapai rated kecepatannya akan menghasilkan putaran transmisi tinggi dan arus puncak yang tinggi pula. Arus start mencapai 4 sampai dengan 7 kali rating arus motor.

Pada motor pompa sekunder, arus motor pada saat start dapat mencapai lebih dari 1000 A, dimana bila arus normal (putaran motor mencapai 1475 rpm) hanya 200 - 300 A. Motor pendingin sekunder mempunyai torsi 1424 Nm, sehingga saat start torsi motor dapat mencapai 2 s.d 2,5 kali rating torsinya, yaitu sekitar 2848 Nm sampai 3560 Nm.

Besarnya arus yang timbul saat belitan motor berpindah dari posisi bintang ke posisi delta, maka dapat menyebabkan panas pada kontaktor dan juga dengan ditariknya arus yang besar saat start dari jala-jala akan mengganggu beban lainnya.

Pada penelitian ini akan dilihat besarnya arus start motor setelah melakukan penggantian metode start dari wye-delta ke metode Softstarter, dimana softstarter telah menggunakan thyristor pada sirkuit utamanya, maka tegangan motor dapat diatur. Sehingga bila tegangan motor rendah saat start akan mengakibatkan arus start dan torsi akan rendah pula.

Solid-state starter dan stop motor secara halus akan melindungi secara mekanik dan listrik dari peralatan, sehingga dapat memperpanjang umur motor dan mengurangi biaya perawatan[3,4].

Ruang lingkup pembahasan dibatasi pada pengukuran arus start motor saat motor dihidupkan sampai putaran motor mencapai kecepatan penuhnya. Pada makalah ini akan ditunjukkan perbandingan antara arus start dengan metode wye-delta (PA-01 AP001) dengan dua motor lainnya yang telah dimodifikasi dengan menggunakan softstarter (PA-02/03 AP001).

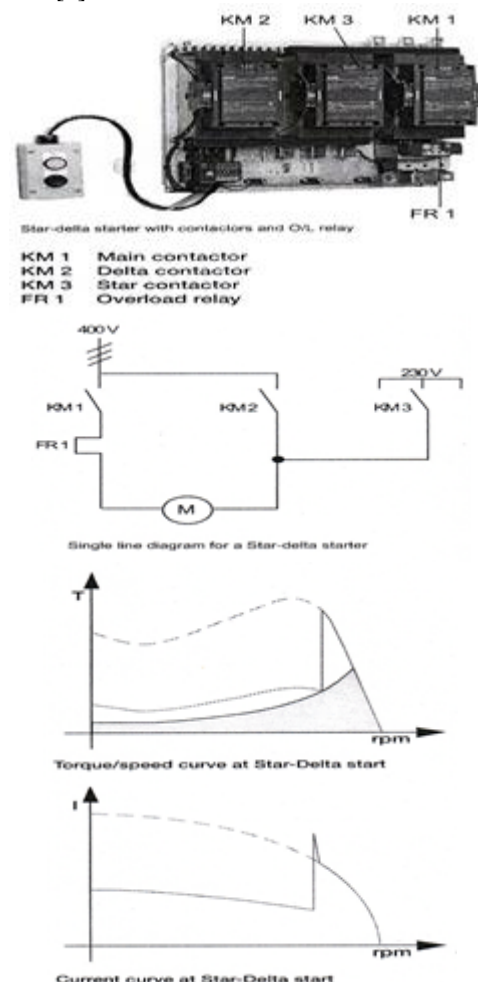
## METODE STAR-DELTA

Metode start ini dapat mengurangi arus start dan torsi start. Umumnya peralatan ini terdiri dari 3 kontaktor, relay beban lebih dan timer untuk setting waktu dalam posisi bintang. Motor harus dalam keadaan posisi delta saat operasi normal.

Arus start yang ditarik kira-kira 30% dari arus start dengan metode start langsung (Direct On

Line/DOL) dan torsi start berkurang sekitar 25% dari torsi saat start dengan metode langsung. Metode starting ini hanya bekerja bila diaplikasikan pada beban yang ringan saat start. Bila motor menanggung beban berat, torsi motor tidak akan cukup untuk mengakselerasi motor sampai pada kecepatan sebelum berpindah ke posisi delta.

Saat motor dihidupkan, torsi beban masih rendah dan akan naik sebanding dengan kecepatan kuadrat. Saat mencapai 80 – 85% dari rated kecepatan motor, torsi beban akan sama dengan torsi motor dan akselerasi akan meningkat. Untuk mencapai kecepatan nominal, diperlukan perpindahan ke posisi delta, dimana hal ini mengakibatkan transmisi dan arus yang tinggi. Untuk beberapa kasus arus puncak dapat lebih tinggi dari start DOL. Bila torsi beban lebih besar 50% dari torsi motor, metode wye-delta tidak akan sanggup untuk menjalankan motor. Gambar 1 memperlihatkan diagram wye-delta dan kurva torsi – kecepatan serta arus start untuk hubungan wye-delta [5].



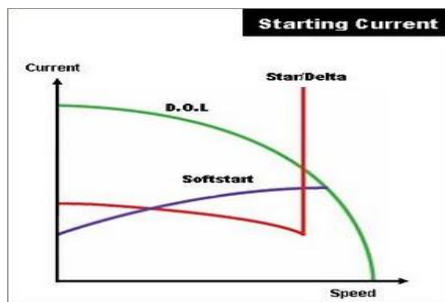
Gambar 1. Diagram star-delta dan kurva torsi vs kecepatan serta kurva arus start

## METODE SOFTSTARTER

Softstarter adalah perlengkapan yang digunakan untuk mengasut (starter) motor induksi secara elektronik. Softstarter digunakan untuk start dan stop secara halus.

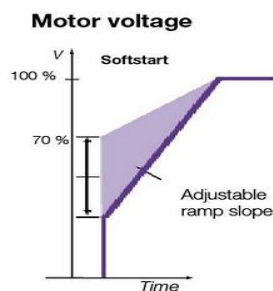
Softstarter bekerja dengan menaikkan tegangan tahap demi tahap waktu start dan penurunan tegangan tahap demi tahap waktu stop.

Dengan menggunakan softstarter, tegangan motor akan rendah saat start, begitu pula arus start dan torsi start juga rendah. Secara bertahap, tegangan dan torsi naik sehingga motor dapat mengakselerasi pompa menuju kecepatan nominal tanpa terjadi kenaikan torsi dan arus puncak. Softstarter dihubungkan pada penggerak motor saat start dan begitu motor mencapai rated kecepatannya maka softstarter terputus dari motor utama sehingga motor bisa terlindungi[6]. Perbandingan arus start dengan tiga metode dapat dilihat pada Gambar 2[5].



Gambar 2. Arus start vs. Kecepatan motor untuk 3 metode start

Tegangan start dengan menggunakan softstarter tidak tergantung pada arus yang ditarik oleh motor atau kecepatan motor. Tegangan start di program mengikuti kontur terhadap waktu (Time Voltage Ramp, TVR) seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik ramp tegangan terhadap waktu

Melalui TVR, tegangan awal untuk motor diberikan sekitar 10% s.d 70% dari tegangan nominal dimana cukup untuk mengawali torsi motor untuk start, kemudian naik perlahan sampai mencapai tegangan penuh.

### TATA KERJA

Pengukuran dilakukan pada ke tiga motor pompa sekunder PA-01 AP001, PA-02 AP001 dan PA-03 AP001, PA-02/03 telah dilengkapi softstarter dan pompa PA-01 AP001 masih menggunakan hubungan wye-delta. Alat ukur yang digunakan adalah Power Quality Analyzer 3169.

Pengukuran dilakukan pada masing-masing fasa, pada kabel yang menuju motor yang terhubung wye.

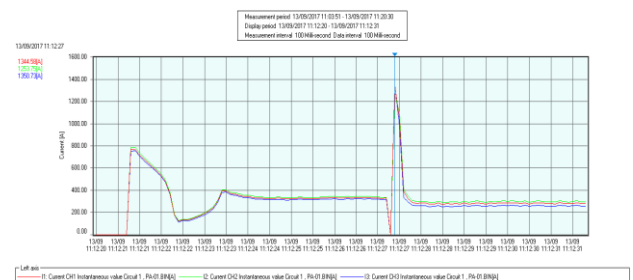
Pengukuran dilakukan selama 17 menit dengan interval waktu 100 milidetik.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

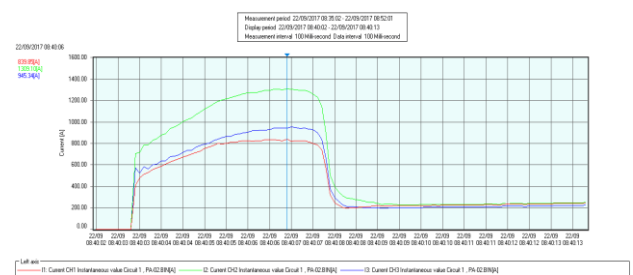
Softstarter bertujuan untuk mendapatkan start motor yang terkendali, sehalus mungkin, dan mencapai kecepatan nominal yang konstan pada aplikasi dengan torsi start rendah. Softstarter tidak memberikan torsi lebih, hal ini dikarenakan adanya pengaturan tegangan yang membatasi arus pada soft starter hingga ke keadaan nominal. Berbeda dengan metode wye delta yang memberikan hentakan pada motor saat hubung wye berganti delta.

Hasil pengukuran arus start PA-01 AP001, dimana metode startnya adalah wye delta ditunjukkan pada Gambar 4. Pada motor induksi 3 fasa, arus yang dibutuhkan saat start pada tiap fasa adalah cukup besar sehingga belitan terhubung wye. Saat start dimana belitan terhubung wye arus mencapai 784 A, sebelum belitan berganti ke delta, arus jatuh ke 0 A pada detik ke 6,1 dan langsung naik mencapai 1350 A. Arus mencapai keadaan stabil yaitu 300 A setelah 500 milidetik.

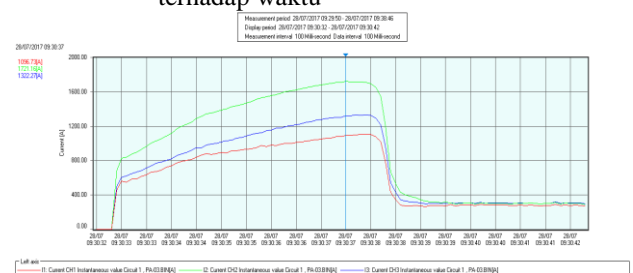
Hasil pengukuran arus PA-02 AP001 dan PA-03 AP001 dimana metode start sudah dilengkapi dengan softstarter dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 4. Arus start PA-01 AP001 fasa R, S, dan T terhadap waktu



Gambar 5. Arus start PA-02 AP001 fasa R, S, dan T terhadap waktu

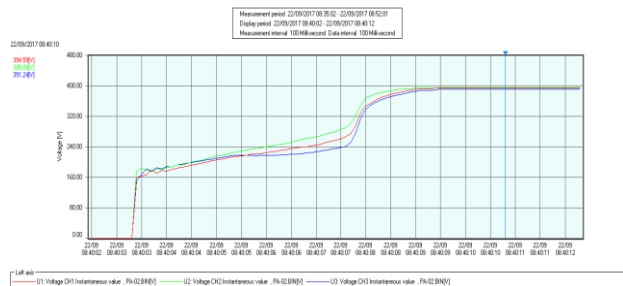


Gambar 6. Arus start PA-03 AP001 fasa R, S, dan T terhadap waktu

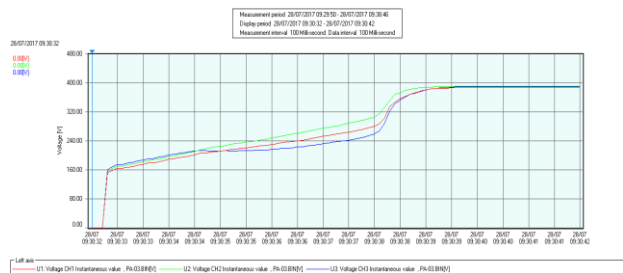
Arus start motor pompa yang menggunakan soft starter membentuk kurva seperti Gambar 5 dan 6, dimana belitan motor terhubung delta. Arus start tidak secara tiba-tiba melonjak tinggi seperti PA-01 (lihat Gambar 4). Pada Gambar 5 arus mencapai maksimum 1300 A (fasa S), fasa R (IR) = 840 A, dan fasa T (IT) = 955 A dalam waktu 3 detik dan kemudian arus start ini secara bertahap turun mencapai keadaan stabil yaitu 230 A dalam waktu 2,2 detik.

Arus start motor pompa PA-03 AP001 (Gambar 6) mencapai maksimum 1720 A (fasa S), fasa R (IR) = 1110 A, dan fasa T (IT) = 1336 A pada 5 detik, dan secara bertahap arus mencapai keadaan stabil 300 A setelah 1,9 detik. Arus start pada PA-03 lebih besar dari PA-02 karena daya motor PA-03 lebih besar dari PA-02.

Tegangan yang masuk ke motor akan diatur oleh softstarter, motor diberikan tegangan yang rendah sehingga arus dan torsi juga rendah, kemudian tegangan akan dinaikkan secara bertahap sampai ke tegangan nominal. Gambar 7 dan 8 memperlihatkan profil tegangan start PA-02 AP001 dan PA-03 AP001.



**Gambar 7.** Tegangan start PA-02 AP001 fasa R, S, dan T terhadap waktu



**Gambar 8.** Tegangan start PA-03 AP001 fasa R, S, dan T terhadap waktu

Tegangan awal saat start untuk kedua motor adalah 160 V atau hanya 42% dari tegangan nominal

motor kemudian naik secara bertahap mencapai tegangan stabil 380 V dalam waktu 5,7 detik.

## KESIMPULAN

Pemasangan softstarter pada motor pompa pendingin sekunder PA-02 dan PA-03 AP001 menunjukkan penurunan arus dibandingkan dengan PA-01 AP001 yang belum dilengkapi dengan softstarter, arus start pada PA-01 AP001 untuk masing-masing fasa adalah 1350 A. Arus start pada PA-02 AP001, untuk IR = 840 A, IS = 1309 A, dan IT = 950 A. Arus start untuk PA-03 AP001 lebih besar dari PA-02 karena daya motornya lebih besar, tapi karakteristik kurva arusnya sama.

Tegangan PA-01 rata-rata 390 V, sedangkan PA-02 AP001 dan PA-03 AP001 tegangan awal start 160 V kemudian naik secara bertahap hingga mencapai tegangan nominalnya 380 V pada detik ke 5,7.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] www.sciencedirect.com/search, Soft starter benefits in pump control, world pumps, February, 2015
- [2] http://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi/article/view/3617/pdf\_1, diakses tanggal 25 Oktober 2017
- [3] www.sciencedirect.com/search, Soft-starting drives help regulate flow, world pumps, April, 2011.
- [4] www.sciencedirect.com/search, Soft starts for squirrel-cage motors, Equipment News
- [5] Magnus Kjellberg, Soren Kling, Softstarter Handbook, ABB Automation Technology Product AB, February 2003.
- [6] Sneha M Mukare, IGBT based Induction Motor Soft Starter, IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE) ISSN: 2278-2834, ISBN: 2278-8735, PP: 27-32.

## TANYA JAWAB

**Vika A**

Apa fungsi pemasangan soft starter?

**Koes I**

Untuk mengurangi arus start dan agar tidak terjadi lonjakan arus seperti yang terjadi pada metode star-delta ( $Y-\Delta$ )