

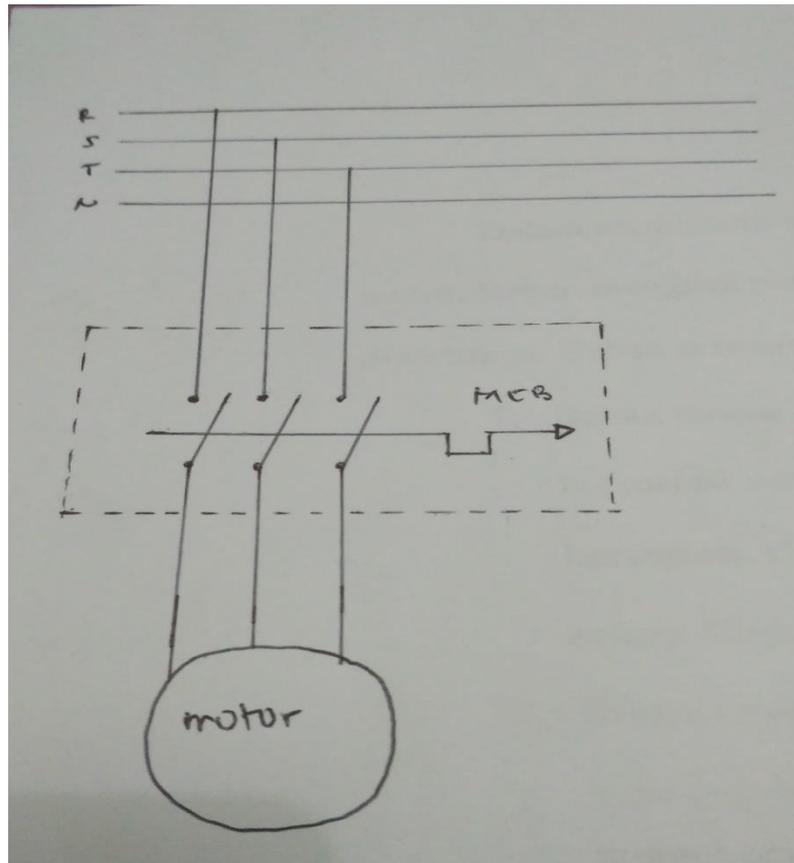
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Instalasi Motor pada *Wellpad 7*

Wellpad merupakan tempat/lahan yang difungsikan untuk memproduksi uap dari panas bumi yang kemudian di kirimkan menuju *power plant* untuk diubah menjadi energi listrik. Setiap *wellpad* di PLTP Geo Dipa Unit Dieng memiliki karakteristik beban peralatan sendiri-sendiri. Hal ini bergantung pada kebutuhan dari masing-masing *pad*. Secara umum masing-masing *pad* memiliki kebutuhan sendiri. Tiap memiliki beban motor listrik untuk menggerakkan pompa, seperti *brine pump*, *seal water pump*, dan *compressor*.

Pada *pad 7* memiliki unit produksi antara lain 3 *separator*, 2 *silincer*, dan sebuah *brine pond*. Terdapat *brine pump* yang terdiri dari 4 unit yaitu *vertical pump* (3 unit) dan *deep blue pump*, *seal water pump*, dan *instrument air compressor*. Untuk *vertical pump motor* berfungsi untuk memompa air dari balong (tempat penampungan air) menuju ke sumur injeksi. *Deep blue pump motor* berfungsi sama dengan *vertical pump motor*. *Seal water pump* digunakan untuk memompa air bersih ke *seal booster pump* untuk mendinginkan *seal brain booster pump*. Air bersih ini berasal dari sumur bor. *Air instrument compressor* berfungsi untuk menyuplai udara ke *level control valve* yang bekerja dengan prinsip *pnematic*. Diagram penggunaan motor listrik dapat dilihat pada gambar 4.1. Dan untuk spesifikasi dari motor- motor dapat dilihat pada tabel 4.1



Gambar 4.1 Diagram penggunaan motor

Tabel 4.1 Spesifikasi motor-motor listrik yang ada pada *wellpad 7*.

Nama motor	HP	FLA	KW
<i>Vertical pump motor 1</i>	200	262	149.2
<i>Vertical pump motor 2</i>	200	262	149.2
<i>Vertical pump motor 3</i>	100	135	74.5
<i>Deep blue pump motor</i>	220	284	160
<i>Seal water pump motor</i>	30	45	22.4
<i>Instrument air compressor</i>	10	17	7.5

Motor listrik mempunyai aturan yang baku dalam pemasangannya atau dapat dilihat dalam aturan PUIL 2000 yang telah dibuat. Mulai dari kebutuhan jenis kabel dan ukuran penampang kabel yang tepat, serta pemilihan *breaker* sebagai proteksi motor. Pemilihan kabel yang tidak tepat dapat mengakibatkan kabel terbakar, isolator dapat meleleh dan lainnya. Disebabkan ketidakmampuan kabel dalam menghantarkan arus listrik yang tinggi yang berpengaruh pada sisi ekonomis dan efisiensi pada saat pengoperasian *steam field*.

Berikut ini rumus perhitungan KHA secara manual berdasarkan aturan dalam PUIL 2000.

$$\text{KHA} = 125\% \times \text{FLA}$$

Dimana :

KHA : Kuat Hantar Arus

FLA : *Full Load Ampere*

Selain pemilihan kabel, pemilihan breaker juga harus tepat dan disesuaikan dengan kebutuhan. Ukuran sebuah breaker harus sesuai dengan arus *start* (I_{start}) pada saat penyalaan motor listrik.

Di dalam PUIL 2000 diterangkan aturan mengenai setelan maksimum gawai proteksi untuk motor. Di PT Geo Dipa Energi Unit Dieng motor yang dipakai merupakan jenis sangkar tupai, dimana di dalam PUIL ditetapkan ukuran prosentase arus beban penuh pemutus sirkit untuk motor jenis sangkar tupai sebesar 250% dari FLA motor yang diproteksi.

Pada tabel 4.2 merupakan jenis kabel dan besar kabel yang digunakan pada wellpad 7 beserta kapasitas circuit breaker yang terpasang.

Tabel 4.2 Jenis Kabel dan Breaker yang digunakan

Jenis Motor	Jenis Kabel	<i>Breaker</i>
VPM 1 200 HP	NYFGbY 3x70 mm ²	500 A
VPM 2 200 HP	NYFGbY 3x70 mm ²	500 A
VPM 3 100 HP	NYFGbY 3x70 mm ²	250 A
DBPM 220 HP	NYFGbY 3x70 mm ²	500 A
SWPM 30 HP	NYFGbY 3x16 mm ²	100 A
IACM 10 HP	NYFGbY 3x6 mm ²	30 A

4.2 Analisis Perhitungan

Perhitungan KHA kabel secara manual yang menghubungkan motor-motor di area *pad 7* sebagai berikut:

1. *Brine Pump*

a. *Vertical pump motor 200 HP, FLA 262*

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times \text{FLA} \\ &= 125\% \times 262 \text{ A} \\ &= 327.5 \text{ A} \end{aligned}$$

b. *Vertical pump motor 200 HP, FLA 262*

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times \text{FLA} \\ &= 125\% \times 262 \text{ A} \\ &= 327.5 \text{ A} \end{aligned}$$

c. *Vertical pump motor* 100 HP, FLA 135

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times \text{FLA} \\ &= 125\% \times 135 \text{ A} \\ &= 168.75 \text{ A} \end{aligned}$$

d. *Deep blue pump motor* 220 HP, FLA 284

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times \text{FLA} \\ &= 125\% \times 284 \text{ A} \\ &= 355 \text{ A} \end{aligned}$$

2. *Seal water pump* 30 HP, FLA 45

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times \text{FLA} \\ &= 125\% \times 45 \text{ A} \\ &= 56.25 \text{ A} \end{aligned}$$

3. *Instrument air compressor* 10 HP, FLA 17

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times \text{FLA} \\ &= 125\% \times 17 \text{ A} \\ &= 21.25 \text{ A} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah analisa instalasi kabel motor menggunakan software ETAP 12.6 pada kondisi lapangan serta analisis dari perhitungan manual:

1. *Brine pump*

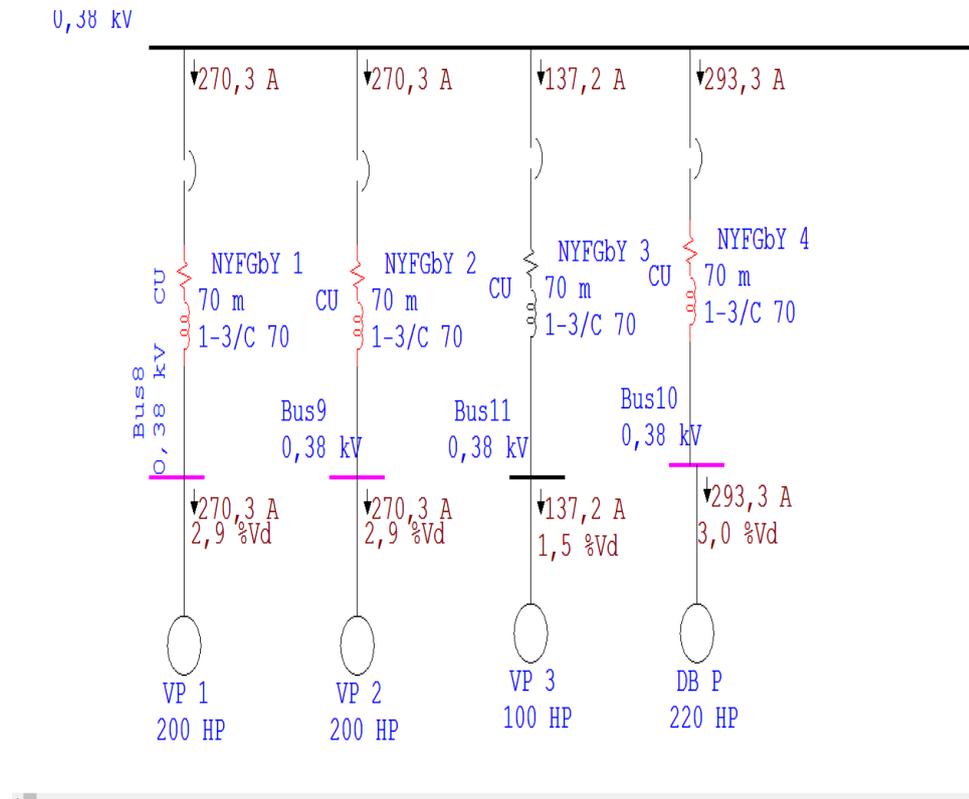
a. *Vertical pump motor* 200 HP, FLA 262

$$\text{KHA} = 327.5 \text{ A}$$

Kondisi di lapangan

Kabel NYFGbY 3 x 70 mm², I max 209 A *in ground*

Gambar 4.2 merupakan hasil running *load flow* Vertical pump motor 1 200 HP.

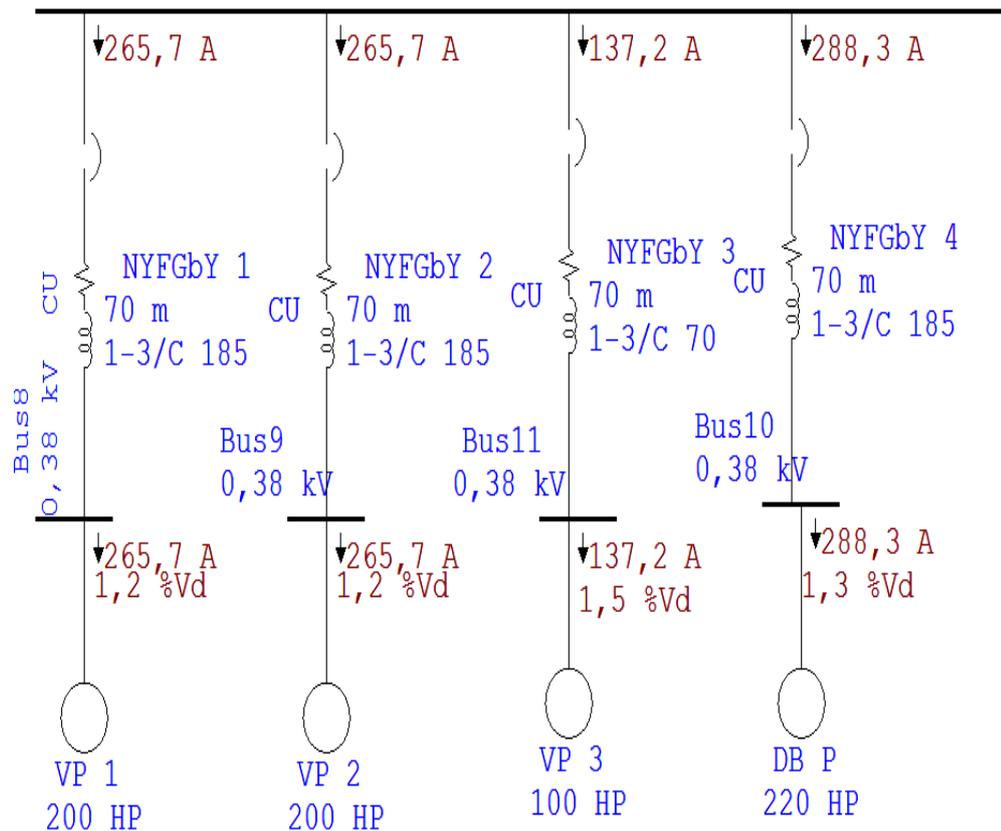


Gambar 4.2 hasil running *load flow* vertical pump motor 1 200 HP

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa arus yang mengalir ke vertical pump motor 1 sebesar 270,3 A. Sedangkan kabel NYFGbY 3x70 mm² saat ini hanya mampu mengalirkan I_{max} sebesar 209 A, maka kabel ini tidak sesuai dengan PUIL dan sebaiknya diganti.

Analisa dari perhitungan manual

Setelah diketahui KHA minimal kabel yang menyuplai motor sesuai aturan PUIL 2000, maka direkomendasikan memakai kabel NYFGbY 3x185 mm², KHA maksimal *in ground* 359 A dan resistansi 0,121 Ω /km pada temperature base kabel 70°C. Pada gambar 4.3 merupakan hasil *running load flow* Vertical Pump Motor setelah kabel diganti.



Gambar 4.3 Setelah Kabel Diganti

Dari hasil analisis dan perubahan yang dilakukan, terlihat beberapa perbedaan yaitu nilai arus yang menuju motor turun menjadi 265,7 A dan *voltage drop* (VD) turun menjadi 1,2 %. Hal ini menunjukkan setelah diganti kabel yang direkomendasikan dapat menurunkan rugi-rugi kabel.

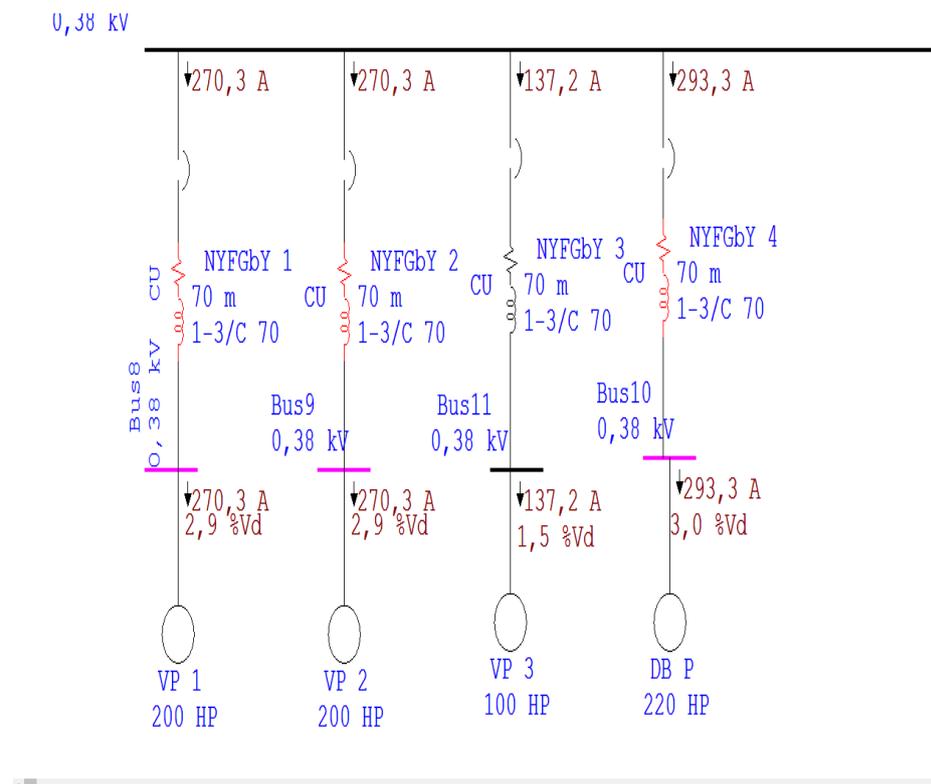
b. *Vertical pump motor* 200 HP, FLA 262

$$KHA = 327.5 \text{ A}$$

Kondisi di lapangan

Kabel NYFGbY 3 x 70 mm², I max 209 A *in ground*

Gambar 4.4 merupakan hasil *running load flow Vertical pump motor* 1 200 HP.

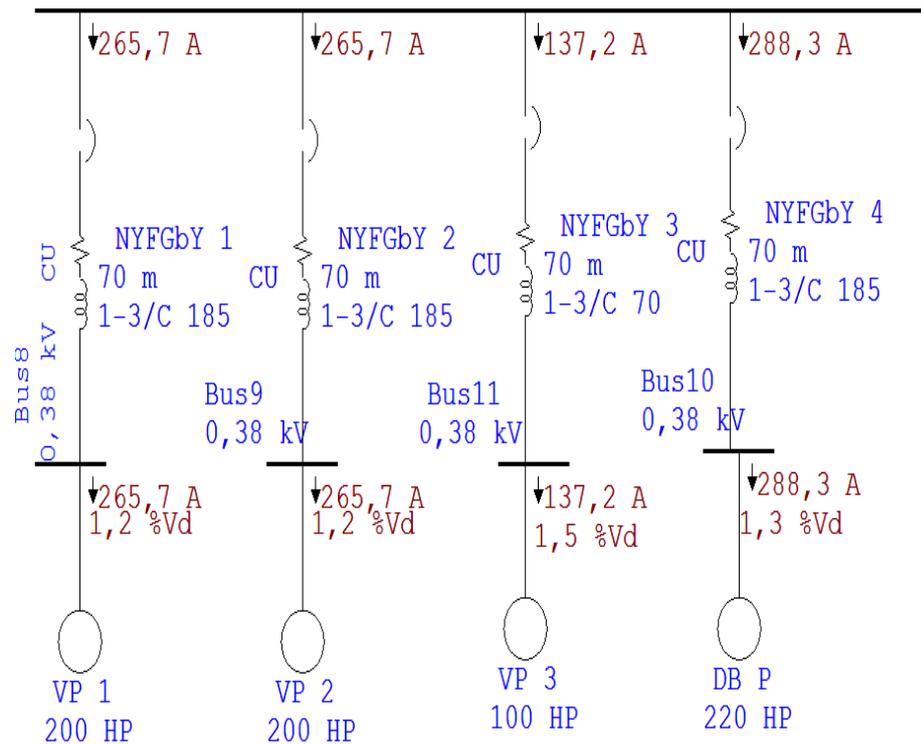


Gambar 4.4 hasil running *load flow* vertical pump motor 1 200 HP

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa arus yang mengalir ke vertical pump motor 1 sebesar 270,3 A. Sedangkan kabel NYFGbY 3x70 mm² saat ini hanya mampu mengalirkan I_{max} sebesar 209 A, maka kabel ini tidak sesuai dengan PUIL dan sebaiknya diganti.

Analisa dari perhitungan manual

Setelah diketahui KHA minimal kabel yang menyuplai motor sesuai aturan PUIL 2000, maka direkomendasikan memakai kabel NYFGbY 3x185 mm², KHA maksimal *in ground* 359 A dan resistansi 0,121 Ω /km pada temperature base kabel 70°C. Pada gambar 4.5 merupakan hasil *running load flow* Vertical Pump Motor setelah kabel diganti.



Gambar 4.5 Setelah Kabel Diganti

Dari hasil analisa dan perubahan yang dilakukan, terlihat beberapa perbedaan yaitu nilai arus yang menuju motor turun menjadi 265,7 A dan *voltage drop* (VD) turun menjadi 1.2 %. Hal ini menunjukkan setelah diganti kabel yang direkomendasikan dapat menurunkan rugi-rugi kabel.

c. *Vertical Pump Motor* 100 HP

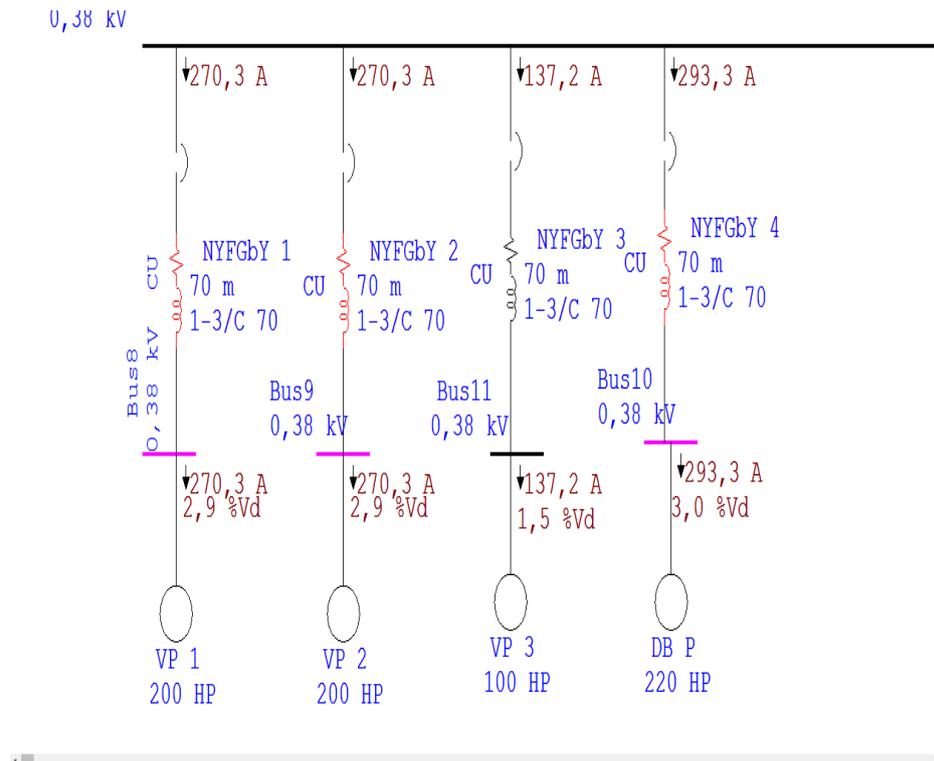
$$\text{KHA} = 168.75 \text{ A}$$

Kondisi di lapangan

Kabel NYFGbY 3 x 70 mm², I max 209 A

Gambar 4.6 merupakan hasil *running load flow* *Vertical pump motor* 100

HP.



Gambar 4.6 hasil running load flow vertical pump motor 100 HP

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa arus yang mengalir ke vertical pump motor 100 HP sebesar 137,2 A. Sedangkan kabel NYFGbY 3x70 mm² saat ini mampu mengalirkan I_{max} sebesar 209 A, sehingga disimpulkan bahwa kabel ini sudah sesuai dengan PUIL 2000.

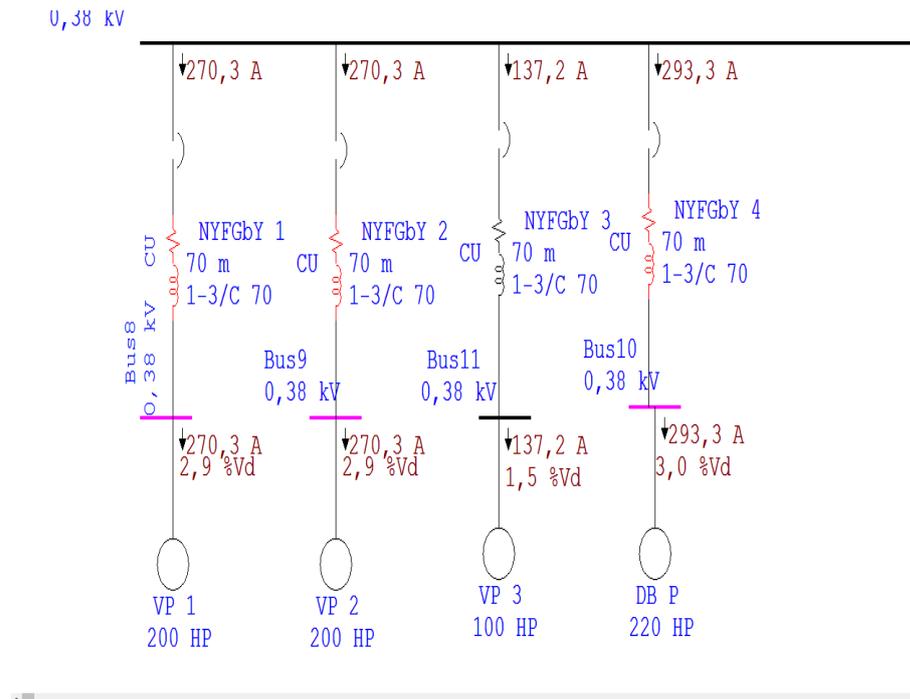
d. *Deep Blue Pump Motor 220 HP, FLA 284*

$$KHA = 355 \text{ A}$$

Kondisi di lapangan

Kabel NYFGbY 3 x 70 mm², I_{max} 209 A

Gambar 4.7 merupakan hasil *running load flow Deep Blue Pump Motor 220 HP, FLA 284*.

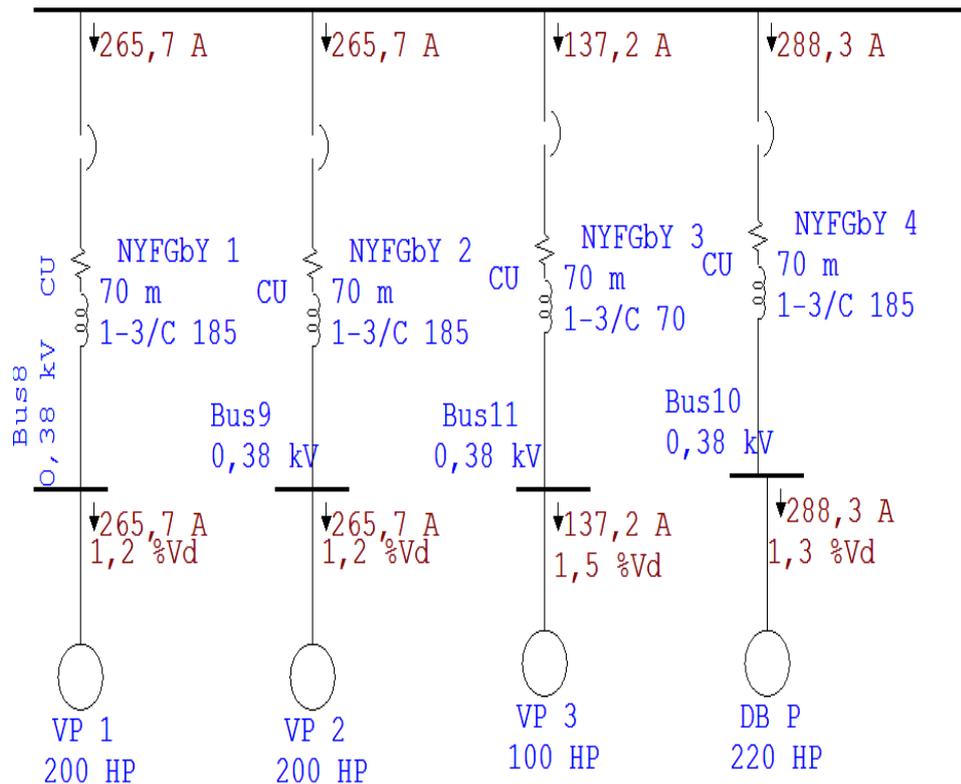


Gambar 4.7 Hasil *Running load flow* Deep Blue Pump Motor 220 HP

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa arus yang mengalir ke *Deep Blue Pump* sebesar 293,7 A. Sedangkan kabel NYFGbY 3x70 mm² saat ini hanya mampu mengalirkan I_{max} sebesar 209 A, maka kabel ini tidak sesuai dengan PUIL dan sebaiknya diganti.

Analisa dari perhitungan manual

Setelah diketahui KHA minimal kabel yang menyuplai motor sesuai aturan PUIL 2000, maka direkomendasikan memakai kabel NYFGbY 3x185 mm², KHA maksimal in ground 359 A dan resistansi 0,121 Ω /km pada temperature base kabel 70°C. Pada gambar 4.8 merupakan hasil *running load flow* setelah kabel diganti.



Gambar 4.8 Setelah Kabel Diganti

Dari hasil analisa dan perubahan yang dilakukan, terlihat beberapa perbedaan yaitu nilai arus yang menuju motor turun menjadi 288,3 A dan voltage drop (VD) turun menjadi 1.3 %. Hal ini menunjukkan setelah diganti kabel yang direkomendasikan dapat menurunkan rugi-rugi kabel.

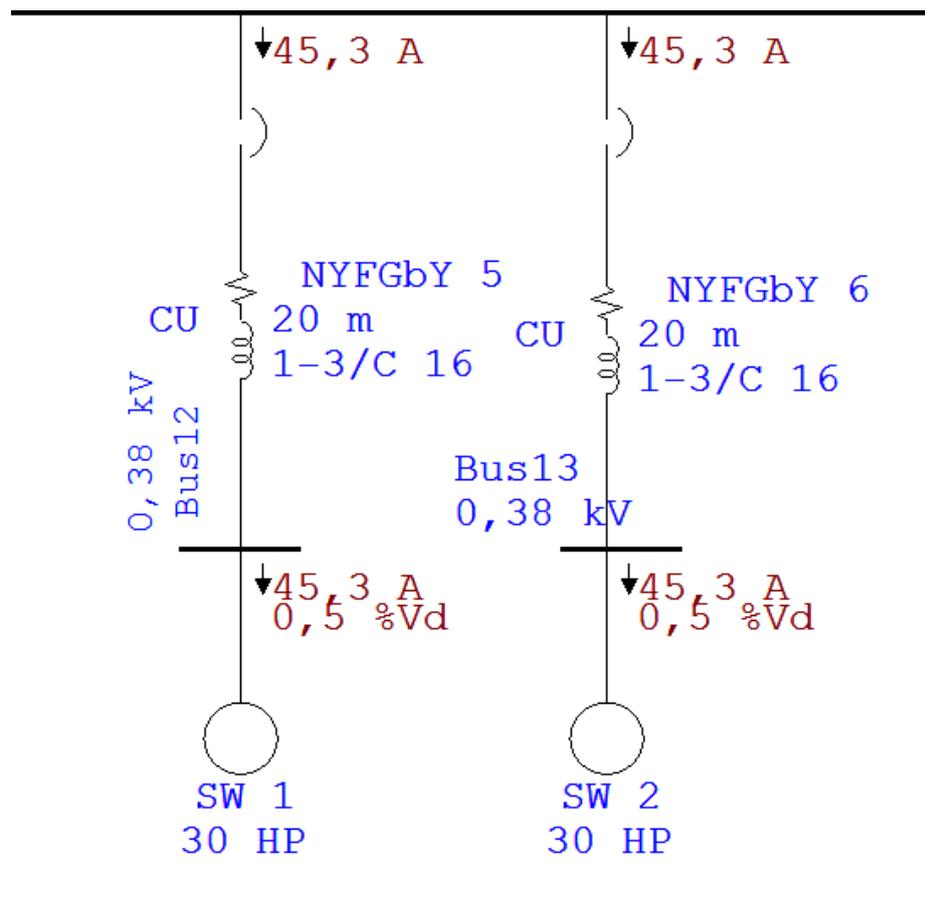
2. *Seal Water Pump Motor* 30 HP, FLA 45

$$KHA = 56.25 \text{ A}$$

Kondisi di lapangan

Kabel NYFGbY 3 x 16 mm², I_{max} 90 A

Gambar 4.9 merupakan hasil *running load flow seal water pump motor* 30 HP, FLA 45.



Gambar 4.9 hasil running *load flow seal water pump motor* 30 HP, FLA 45

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa arus yang mengalir ke *Seal Water Pump* 30 HP sebesar 45,3 A. Sedangkan kabel NYFGbY 3x16 mm² saat ini mampu mengalirkan I_{max} sebesar 90 A, maka kabel ini sesuai dengan PUIL 2000.

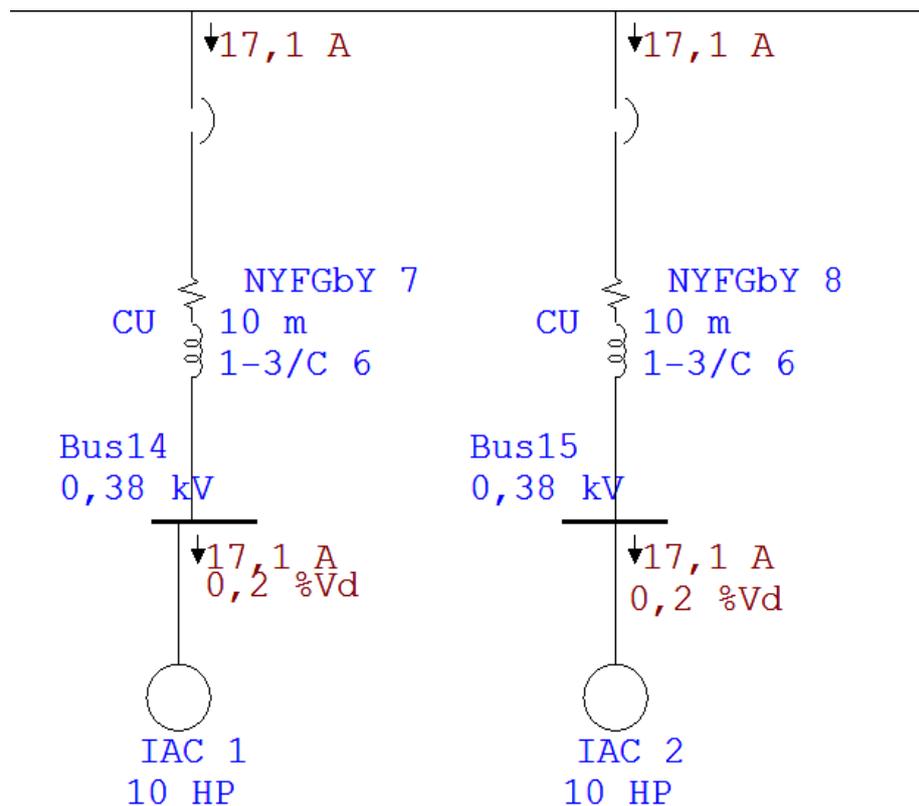
3. *Instrument Air Compressor Motor* 10 HP, FLA 17, Atlas Copco

$$KHA = 21.25 \text{ A}$$

Kondisi di lapangan

Kabel NYFGbY 3 x 6 mm², I_{max} 52 A

Gambar 4.10 merupakan hasil *running load flow instrument air compressor motor* 10 HP.



Gambar 4.10 hasil *running load flow instrument air compressor motor 10 HP*

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa arus yang mengalir ke *Instrument Air Compressor Motor 10 HP* sebesar 17,1 A. Sedangkan kabel NYFGbY 3x6 mm² saat ini mampu mengalirkan I_{max} sebesar 52 A, maka kabel ini sudah sesuai dengan PUIL 2000.

Berikut perhitungan ukuran gawai proteksi motor di *wellpad 7* :

1. *Brine Pump*:

- a. *Vertical Pump Motor* 1 149.2 kW, 200 HP, FLA 262, U.S Electrical Motors

Setelan maksimum gawai proteksi = 250% x FLA

$$= 250\% \times 262 \text{ A}$$

$$= 655 \text{ A}$$

Jadi setelan gawai proteksi untuk *Vertical Pump Motor 1* ini tidak boleh melebihi 655 A. Jadi *breaker* saat ini sudah sesuai dengan PUIL.

Dan juga *breaker* ini mempunyai kapasitas menahan daya listrik sebesar $500 \text{ A} \times 380 \text{ V} = 190 \text{ kW}$.

- b. *Vertical Pump Motor 2* 149.2 kW, 200 HP, FLA 262, U.S Electrical Motors

$$\begin{aligned} \text{Setelan maksimum gawai proteksi} &= 250\% \times \text{FLA} \\ &= 250\% \times 262 \text{ A} \\ &= 655 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi setelan gawai proteksi untuk *Vertical Pump Motor 2* ini tidak boleh melebihi 655 A. Jadi *breaker* saat ini sudah sesuai dengan PUIL.

Dan juga *breaker* ini mempunyai kapasitas menahan daya listrik sebesar $500 \text{ A} \times 380 \text{ V} = 190 \text{ kW}$.

- c. *Vertical Pump Motor 3* 74.5 kW, 100 HP, FLA 135

$$\begin{aligned} \text{Setelan maksimum gawai proteksi} &= 250\% \times \text{FLA} \\ &= 250\% \times 135 \text{ A} \\ &= 337.5 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi setelan gawai proteksi untuk *Vertical Pump Motor 3* ini tidak boleh melebihi 337.5 A. Jadi *breaker* saat ini sudah sesuai dengan PUIL 2000.

Dan juga *breaker* ini mempunyai kapasitas menahan daya listrik sebesar $250 \text{ A} \times 380 \text{ V} = 95 \text{ kW}$.

- d. *Deep Blue Pump Motor* 160 kW, 220 HP, FLA 284

$$\begin{aligned}\text{Setelan maksimum gawai proteksi} &= 250\% \times \text{FLA} \\ &= 250\% \times 284 \text{ A} \\ &= 710 \text{ A}\end{aligned}$$

Jadi setelan gawai proteksi untuk *Deep Blue Pump Motor* ini tidak boleh melebihi 710 A. Jadi *breaker* saat ini sudah sesuai dengan PUIL 2000.

Dan juga *breaker* ini mempunyai kapasitas menahan daya listrik sebesar $500 \text{ A} \times 380 \text{ V} = 190 \text{ kW}$.

2. *Seal Water Pump Motor* 22.4 kW, 30 HP, FLA 45

$$\begin{aligned}\text{Setelan maksimum gawai proteksi} &= 250\% \times \text{FLA} \\ &= 250\% \times 45 \text{ A} \\ &= 112.5 \text{ A}\end{aligned}$$

Jadi setelan gawai proteksi untuk *Seal Water Pump Motor* ini tidak boleh melebihi 112.5 A. Jadi *breaker* saat ini yang terpasang sudah sesuai dengan PUIL 2000 yaitu sebesar 100 A.

Dan juga *breaker* ini mempunyai kapasitas menahan daya listrik sebesar $100 \text{ A} \times 380 \text{ V} = 38 \text{ kW}$.

3. *Instrument Air Compressor Motor* 7.5 kW, 10 HP, FLA 17

$$\begin{aligned}\text{Setelan maksimum gawai proteksi} &= 250\% \times \text{FLA} \\ &= 250\% \times 17 \text{ A} \\ &= 42.5 \text{ A}\end{aligned}$$

Jadi setelan gawai proteksi untuk *Instrument Air Compressor Motor* ini tidak boleh melebihi 42.5 A. Jadi breaker saat ini sudah sesuai dengan PUIL 2000 dengan ukuran 30 A.

Dan juga *breaker* ini mempunyai kapasitas menahan daya listrik sebesar 30 A x 380 V = 11.4 kW.

Pada tabel 4.3 merupakan hasil analisis intalasi motor listrik pada wellpad 7 PT Geo Dipa Energi Unit Dieng.

Tabel 4.3 merupakan hasil analisis instalasi motor listrik pada *wellpad 7*.

Motor	HP	KHA	Max CB (A)	Kabel		CB (A)	
				old (mm ²)	new (mm ²)	Old	new
VPM 1	200	327.5	655	NYFGbY 3x70 mm ²	NYFGbY 3x185 mm ²	500	500
VPM 2	200	327.5	655	NYFGbY 3x70 mm ²	NYFGbY 3x185 mm ²	500	500
VPM 3	100	168.75	337.5	NYFGbY 3x70 mm ²	NYFGbY 3x70 mm ²	250	250
DBPM	220	355	710	NYFGbY 3x70 mm ²	NYFGbY 3x185 mm ²	500	500
SWPM	30	56.25	112.5	NYFGbY 3x16 mm ²	NYFGbY 3x16 mm ²	100	100
IACM	10	21.25	42.5	NYFGbY 3x6 mm ²	NYFGbY 3x6 mm ²	30	30