

## PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERALATAN LAS LISTRIK DC

Budi Rahardjo

**Abstrak:** Karena panas yang dibangkitkan jauh lebih besar Las listrik DC lebih banyak diminati dibandingkan dengan las listrik AC. Diperlukan alternatif sumber listrik DC lain yang lebih efisien fleksibel berdaya guna tinggi dibandingkan dengan sumber daya listrik generator diesel yang selama ini banyak digunakan. Sebuah perencanaan rangkaian dari beberapa akumulator seri diisi secara otomatis oleh sumber daya listrik AC jala-jala PLN yang disearahkan oleh cuprok diperkirakan bisa menjadi salah satu sumber listrik DC alternatif bagi las listrik masa kini. Rangkaian dilengkapi kontrol terdiri dari beberapa kontaktor relay yang bekerja sebagai saklar otomatis mengatur arus pengisian akumulator pada saat las listrik bekerja dan memutuskan arus isian secara otomatis pada saat akumulator terisi penuh. Dibutuhkan daya dari jala-jala 900VA–1275 pada tegangan 220V untuk menghasilkan keluaran arus 80A, 10A, 200 A.

**Kata Kunci:** Akumulator, DC, Kontrol, Kontraktor

Perkembangan teknologi saat ini menuntut peralatan yang memiliki efisien fleksibilitas dan gaya guna tinggi. Peralatan las salah satu piranti teknologi industri yang banyak dipakai oleh masyarakat jasa industri perlu menyesuaikan diri. Sumber daya peralatan las lebih banyak menggunakan listrik, dari pada asetilin dengan pertimbangan busur api las listrik lebih banyak menjangkitkan panas. Untuk mengelas logam dan pada nominal yang sama, las listrik DC jauh lebih menguntungkan dibanding las listrik AC karena las listrik DC: (1) menjangkitkan panas yang lebih besar, (2) memiliki arus pengelasan yang konstan. (3) mudah menemukan bunga api pada saat awal pengelasan, (4) pori-pori hasil pengelasan lebih halus dan lebih kecil.

Selama ini sumber listrik yang diperlukan oleh peralatan las listrik DC diambil dari generator yang digerakkan oleh mesin diesel. Suara mesin sangat keras terasa sangat bising dan kalau

dipakai pada komplek perumahan tentunya sangat mengganggu. Perlu pemikiran bagaimana merekayasa suatu perencanaan pembuatan sumber daya listrik alternatif untuk kepentingan peralatan las listrik agar lebih efisien fleksibel dan mempunyai daya guna tinggi.

Kombinasi pemakaian sumber daya listrik dari jala-jala PLN dan akumulator adalah salah satu jawaban dalam mewujudkan sumber energi listrik DC alternatif untuk peralatan las yang lebih efisien fleksibel dan berdaya guna tinggi. Beberapa akumulator hubungan seri diisi ulang oleh sumber daya listrik jala-jala PLN yang sudah disearahkan melalui cuprok, mampu menghasilkan arus listrik DC 10A sampai 500A sesuai dengan kebutuhan standard arus pengelasan. Daya listrik yang diambil dari jala-jala relatif sangat kecil. Dalam perencanaan ini diperlukan 3 buah akumulator 70 AH masing-masing 12 V menghasilkan arus maksimum 200 A, dan untuk keperluan pengelasan rangkaian ini menggunakan tap-tap arus pengelasan sebesar tap I 80 A, tap II 140 A dan tap III 200 A.

Agar las listrik selalu siap pakai, maka perlu rekayasa agar sumber listrik pada akumulator selalu penuh dan siap dipakai. Dibuat kontrol oto-matis terdiri dari relay dan kontaktor yang bekerja sebagai saklar otomatis pengontrol sumber daya listrik agar: (1) pada saat listrik bekerja tegangan yang masuk pada akumulator sebesar 40 V, (2) saat las listrik jeda tegangan masuk 36 V, (3) saat kondisi las listrik tidak terpakai pengisian akumulator tetap berlangsung dan, (4) apabila muatan tegangan akumulator penuh maka kontak isian akumulator otomatis terputus.

Perancangan dan pembuatan alat ini dapat dimanfaatkan untuk kepentingan pembelajaran sebagai wa-cana baru pengembangan ilmu dan teknologi.

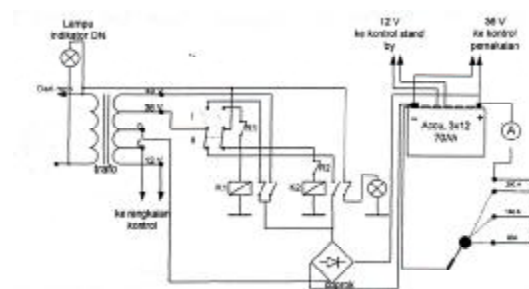
#### METODE

Studi literatur dilaksanakan sebagai kerangka acuan komprehensif mengenai konsep, prinsip, dan teori yang digunakan sebagai landasan perencanaan dan pembuatan peralatan las listrik DC. Perangkat utama digunakan adalah akumulator sebagai salah satu peralatan yang mampu menyediakan arus searah. Untuk memperoleh tegangan besar diperlukan beberapa buah akumulator dihubungkan secara seri. Agar sumber (akumulator) tidak habis waktu dipakai mengelas maka akumulator diberi suplai dari sumber jala-jala PLN 220 V yang dialirkan ke transformator kemudian disearahkan dengan menggunakan cuprok seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

Pengaturan dari proses pengisian dilakukan oleh sebuah kontrol yang dipasang sebagai feed back berfungsi sebagai: (1) rangkaian kontrol pemakaian, (2) rangkaian kontrol perawatan atau stand By. Pada saat terjadi proses pengelasan rangkaian kontrol pemakaian

ini akan bekerja dan mengisi akumulator dengan arus yang besar dengan tujuan apabila mesin las ini di-pakai kembali akumulator masih mam-pu memberikan tenaga. Apabila tidak terjadi proses pengelasan maka rangkaian kontrol ini tetap mengisi akumulator tetapi dengan arus pengisian yang relatif lebih kecil. Rangkaian kontrol perawatan atau standby digunakan pada saat mesin las listrik ini tidak di-pakai dalam waktu yang lama. Meskipun dalam keadaan penuh, apabila tidak dipakai dan tidak diisi maka lama kelamaan isi akumulator akan berkurang. Dan agar saat di butuhkan sumber pengelasan tetap tersedia, maka mesin las listrik ini dibiasakan dalam keadaan tetap mendapat *supply* dari jala-jala karena rangkaian kontrol ini bekerja secara otomatis. Apabila akumulator berkurang isinya maka akan terjadi proses pengisian dan bila sudah penuh akan berhenti dengan sendirinya.

Pemilihan arus keluaran untuk mengelas sekaligus berfungsi agar akumulator tidak terhubung singkat, maka ditentukan tap-tap arus pengelasan sebesar tap pertama 80A, tap kedua 140 A, dan tiap ketiga 200A. Nilai tegangan sumber DC sebanyak 3 buah terhubung seri masing-masing 12 V adalah  $3 \times 12 = 36 \text{ V}$ .



Gambar 1 Rangkaian Mesin Las Listrik DC

#### Menentukan Panjang Kawat Nikel

Diasumsikan panjang dari kabel las adalah  $\pm 7$  m dengan luas penampang sebesar  $35 \text{ mm}^2$ . Kabel tersebut terbuat dari tembaga dengan nilai  $\rho$   $0.0175 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ . Dengan menggunakan rumus  $R = \rho l/A$  (Sumsjo-kartono, 1994) didapatkan nilai tahanan  $R$  sebesar  $0,0035 \Omega$ . Untuk memperoleh tap-tap arus pengelasan 80A, 140A, 200A dilakukan melalui pembagian arus keluaran dengan tahanan geser terbuat dari nikelin dengan diameter  $0,785 \text{ mm}^2$  rangkap tiga. Dengan menggunakan rumus:  $R = \frac{V}{I}$  (Warsito,

1998), didapatkan: (1) Nilai  $R$  pada tahap 1 dengan arus pengelasan 80 A sebesar  $R_1 = 0,45 \Omega$  dan  $R_{total} = 0,45 - 0,0035 = 0,4465 \Omega$ , (2) nilai  $R$  pada tahap 2 dengan arus pengelasan sebesar 140 A didapat  $R_2 = 0,25\Omega$  dan  $R_{total} = 0,25 - 0,0035 = 0,2465\Omega$ , (3) nilai  $R$  pada tahap 3 dengan arus pengelasan sebesar 200 A didapat  $R_3 = 0,18\Omega$  dan  $R_{total} = 0,18 - 0,0035 = 0,1765\Omega$ . Dengan menggunakan rumus  $L = \frac{R \times A}{\rho}$  (Sumsjokartono, 1994) maka

panjang kawat nikelin untuk tap ke pertama 80A rangkap 3 adalah  $= 3 \times \frac{0,465 \times 0,785}{0,42} = 2,525 \text{ m}$ , (2) tap ke dua

140A rangkap tiga di dapat  $L = 3 \times \frac{0,465 \times 0,785}{0,42} = 1,38 \text{ m}$ , (3) tap ketiga 200A

rangkap tiga didapat  $L = 3 \times \frac{0,465 \times 0,785}{0,42} = 0,99 \text{ m}$ .

Kesimpulan dirumuskan pada tabel 1.

**Perencanaan Sumber Tenaga Listrik**

Berdasarkan pada spesifikasi dan tabel laju arus pengisian akumulator, maka untuk keluaran maksimum 200 A pada tap 3 dipilih jumlah arus total 210 AH

untuk 3 akumulator masing-masing 70 AH. Setiap akumulator terdiri dari 6 sel. Apabila pada setiap pengisian tegangan konstan 2V setiap sel, (Smith, 1964) maka pengisian tegangan konstan untuk 3 akumulator adalah  $3 \times 6 \times 2 = 36 \text{ V}$ . Dan apabila pengisian tidak konstan setiap sel turun menjadi 1,8 V maka total tegangan tidak konstan untuk 3 akumulator adalah  $3 \times 6 \times 1,8 = 32,4 \text{ V}$ .

Tabel 1 Perkiraan Panjang Kawat Nikel Rangkap 3 Sesuai dengan arus keluaran

No	Arus output (A)	R <sub>kabel</sub> W	R <sub>Nikel</sub> W	R <sub>total</sub> W	Panjang kawat (m)	Diameter kawat (mm <sup>2</sup> )
1	80	0.0035	0.45	0.4465	2,52	0,785
2	140	0.0035	0.25	0.2465	1.38	0,785
3	200	0.0035	0.18	0.1765	0.99	0,785

Pemilihan transformator didasarkan pada beban yang terpasang pada transformator yaitu 3 buah akumulator di hubungkan seri dengan masing-masing kapasitas 70 AH dan tegangan konstan 12 V. berdasarkan pemilihan untuk pengisian cepat terhadap akumulator arus yang diizinkan adalah 20% sampai 30% dari kapasitas akumulator (DP Frank, 1996:29), maka besar arus nominal yang dikeluarkan transformator adalah  $30\% \times 70 \text{ AH} = 21 \text{ AH}$ . Untuk mempermudah perencanaan harga nominal arus transformator ditetapkan sebesar 20A. Nilai ini diizinkan karena berada pada posisi 28% dari kapasitas akumulator. Diperlukan tegangan suplay dari transformator untuk mengisi akumulator. Berdasarkan rumus tegangan efektif transformator  $V_{eff} = \frac{V_{de}}{0,636\sqrt{2}}$

(Kadir, A. 1997) tegangan efektif yang harus disiapkan oleh transformator untuk mengisi 3 buah akumulator adalah: (1)

pada saat tegangan kon-stanta adalah  $V_{eff}$   

$$= \frac{36}{0,636\sqrt{2}} = 36 \text{ V.}$$

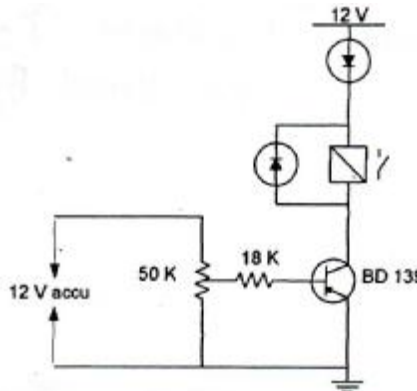
Tegangan ini digunakan untuk mengisi akumulator disaat stand by. Dari data-data di atas diperlukan transformator dengan spesifikasi: (1) tegangan pri-mer sumber tegangan input trafo 220 V, (2) tegangan sekunder input untuk charger pemakaian 40V, (3) tegangan sekunder input untuk charger stand by 36 V, (4) tegangan sekunder input rangkaian kontrol 12 V, dan 5. Arus nominal sekunder 20 A.

Sesuai dengan data dan spesifikasi transformator pengisian maka perencanaan rangkaian kontrol harus diupayakan agar: (1) tegangan yang masuk ke akumulator saat me-ngelas adalah 40 V, (2) tegangan yang masuk ke akumulator saat tidak sedang mengelas atau stand by adalah 36V, (3) tegangan tetap mengisi aku-mulator pada saat kondisi tidak di-pakai, dan terhubung kembali pada sa-at isi akumulator berkurang. Kontrol tersusun atas rangkaian relay sebagai beban transistor dan kontaktor. Dite-tapkan relay dengan tegangan 12 V dan arus 3A. Berdasarkan pengukuran R relay adalah 375  $\Omega$ . Dari rumus  $I_c \text{ (sat)} = \frac{V_{cc}}{R}$  (Malvino, 1985) didapat  $I_c \text{ (sat)} = 32 \text{ MA}$ . Maka dipilih transistor tipe BD 139 sebagai bagian dari rangkaian kontrol (Gambar 2).

**Cara Kerja Secara Keseluruhan**

Saat alat ini digunakan untuk mengelas (saat elektrode las dihubungkan singkat) maka transistor dalam rangkaian kontrol akan cut off sehingga kontraktor akan kerja dan te-gangan dari trafo 40V akan masuk ke akumulator. Kontrol di setting menje-nuhkan transistor dengan memutar trimmer potensio (Rb) saat alat tidak dipakai untuk mengelas atau dapat

pula diset dengan menggunakan *po-wer supply* terlebih dahulu.



Gambar 2 Rangkaian Kontrol Pemakaian dan Standby

Besarnya tegangan masukkan basis ( $V_{in}$ ) disadapkan dari tegangan total tiga accumulator sebesar 40 V, sehingga pada saat dipakai untuk mengelas drop tegangan yang difung-sikan sebagai tegangan basis akan tu-run drastis, dan tidak cukup kuat untuk membuat transistor menjadi jenuh atau dengan kata lain transistor pada kontrol mengalami kondisi cut off. Pada kondisi ini kontak NC relay menutup dan menghidupkan kontak-tor KI. Kontak No kontaktor KI akan menghubungkan antara tegangan 40 V transformator akan mengalir ke penyearah jembatan (Cuprok) dan dari penyearah masuk ke akumulator.

Pada saat jeda maka transistor dalam rangkaian kontrol akan dalam kondisi jenuh dan Kontak NC dan relay membuka, kontaktor (KI) akan off. Pada kondisi ini kontak NC kon-taktor (KI) menghubungkan te-gangan 36 V dari transformator ke penyearah dan masuk ke akumulator.

Pada saat tombol alat dipindah ke perawatan, maka transistor pada kontrol perawatan disetting jenuh de-ngan

menyetting Rb (Trimmer poten-sio). Pada kondisi ini kontak NO relay akan menghidupkan kontraktor K2 sehingga kontak NC dari K2 yang menghubungkan tegangan 36V dari kontraktor K2 akan terputus (arus pengisian terhenti), lampu indikator akumulator penuh (lampu warna hijau) akan menyala. Dan saat tegangan turun hingga mencapai  $\pm 10$  V maka transistor akan cut off dan kontak NC nya akan menghidupkan kontraktor K2. Pada kondisi ini kontak NO kontraktor akan menutup dan menghubungkan tegangan 36V dari transformator ke penyearah dan arus pengisian mengalir ke akumulator.

### Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian alat secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui proses kerja alat, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan dan untuk mengetahui kesalahan atau kurang akuratnya proses kerja.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian keseluruhan alat adalah satu paket program jadi dari perencanaan dan pembuatan peralatan las listrik DC.

Langkah-langkah pengujian keseluruhan alat adalah sebagai berikut: (1) hubungkan stop kontak ke kontak-kontak 220 V, (2) tekan sakelar ke posisi welding yang menandakan alat siap untuk dipakai mengelas atau jika akan membuat alat ke posisi stand by, (3) sebelum melakukan pengelasan, pilih arus pengelasan dengan menempatkan pada terminal yang telah tersedia, apakah 80A, 140A, atau 200A, (4) lakukanlah pengelasan dan akan terdengar kontraktor berbunyi (K1 bekerja), (5) jika sudah selesai mengelas putarlah tombol pada posisi stand by dan biarkan alat terisi dengan sendirinya.

### HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA

Pengujian alat secara keseluruhan sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Dalam keadaan pemakaian mesin bisa dipakai untuk mengelas. Tegangan keluaran akumulator 36V dan pada saat jeda tegangan akumulator 32V. Pada saat stand by tegangan akumulator 10V dan ketika akumulator dalam keadaan penuh ketika standby kontak secara otomatis terputus. Pengujian tegangan pada transformator sekunder pada saat mesin las beroperasi sebagai berikut: (1) tegangan primer sumber tegangan input trafo 220V, (2) tegangan sekunder input untuk charger stand by 36V, (4) tegangan sekunder input rangkaian kontrol 12V, dan (5) arus nominal sekunder 20A.

### PENUTUP

Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan bahwa rancangan program jadi perencanaan dan pembuatan peralatan Las Listrik DC secara prinsip sesuai yaitu: (1) pada saat pengelasan kontrol kontak memberikan tegangan 40V, (2) pada saat jeda kontrol kontak memberikan tegangan 36V dan, (3) pada posisi stand by dan akumulator terisi penuh kontrol kontak terputus.

### DAFTAR RUJUKAN

- Kadir, A. 1977. *Transformator*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Malvino, 1985. *Prinsip-Prinsip Elektronika Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Sumsjokartono, 1994. *Elektronika Praktis*. Cetakan VI. Jakarta: PT. Alex Media Komputindo.
- Simth, 1994. *Storage Batteries*. Great Britain: Pittman Press.
- Warsito, S. 1988. *Elektronika Dalam Industri*. Jakarta: Karya Utama.