

# RANCANG BANGUN KAPASITOR BANK UNTUK EFISIENSI DAYA LISTRIK PADA INDUSTRI KECIL

---

**Henry Ananta, Isdiyarto**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang  
Email: henryananta@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya perkembangan industri kecil di daerah binaan Unnes yaitu di kecamatan Gunungpati Semarang. Disamping itu, ada keluhan dari pelaku industri kecil tentang penggunaan energi listrik yang makin meningkat, yang pada akhirnya biaya listriknya juga semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat model kapasitor bank yang cocok digunakan untuk kebutuhan industri kecil/usaha kecil di kecamatan Gunungpati kota Semarang Hasil penelitian adalah (1) dapat diketahui beban listrik terbanyak di industri kecil/usaha kecil Kelurahan Sekaran, Sukorejo dan Sumurjurang adalah lampu listrik; (2) dapat diketahui beban listrik yang menyerap daya besar di industri kecil/usaha kecil Kelurahan Sekaran, Sukorejo dan Sumurejo adalah AC, kompresor dan motor listrik lainnya; dan (3). telah selesai dibuat dan diuji coba kapasitor bank di laboratorium dan di industri kecil/usaha kecil

Kata Kunci: kapasitor bank, industri kecil

## PENDAHULUAN

Kemajuan IPTEK yang makin pesat pada saat ini memungkinkan pembaharuan dalam kehidupan manusia. Kreativitas manusia makin berkembang sehingga mendorong diperolehnya penemuan baru dalam bidang teknologi yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana peningkatan kesejahteraan manusia. Berkembangnya ilmu pengetahuan yang telah mendorong berkembangnya bidang teknologi juga berpengaruh pada bidang ketenagaan listrik pada umumnya dan industri yang menggunakan tenaga listrik pada khususnya.

Industri adalah salah satu kegiatan pokok ekonomi manusia yang sangat penting. Kegiatan ini berupaya melalui proses bahan mentah menjadi bahan baku dan barang jadi, melalui proses kegiatan industri dapat dihasilkan berbagai barang yang menjadi kebutuhan manusia (Sunardi, 1995).

Industri kecil merupakan salah satu komponen penting dalam struktur perekonomian nasional, karena mampu menyerap banyak tenaga kerja dan memanfaatkan potensi sumberdaya alam yang demikian melimpah di Indonesia. Jumlah industri kecil di Indonesia cukup banyak,

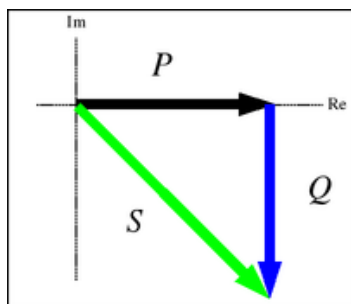
namun belum banyak diimbangi dengan kinerja yang tinggi. Oleh karena itu, jumlah industri kecil yang demikian banyak ini rata-rata pertumbuhannya lambat dan sulit bersaing dengan produk industri besar dan produk-produk impor (Handoyo, 2005).

Kebutuhan energi listrik sudah menjadi bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat sehari-hari seiring dengan mulai meningkatnya perekonomian dan pembangunan di bidang teknologi, industri, informasi, riset, pertanian dan pendidikan. Semua itu memerlukan energi listrik yang tidak sedikit dan semakin meningkat. Namun penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT.PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat secara keseluruhan. Tingginya biaya infrastruktur pembangkit tenaga listrik dan tingginya biaya proses produksi listrik maka dampaknya adalah masih tingginya Tarif Dasar Listrik yang harus dibayar oleh konsumen.

Daya pada listrik bolak-balik (AC) memiliki dua buah komponen: daya aktif (P) dan daya reaktif (Q). Resultan antara keduanya disebut sebagai daya nyata (S) yang merupakan daya yang dirasakan oleh PLN sebagai pemasok daya.

Daya reaktif (Q) dapat terjadi karena induktansi atau kapasitansi. Induktansi diakibatkan oleh komponen berbentuk kumparan (misalnya motor listrik atau transformator *step down* pada adaptor). Sedangkan kapasitansi diakibatkan oleh komponen kapasitor. Sifat induktansi dan kapasitansi ini saling berlawanan; pada diagram segitiga daya, komponen induktansi memiliki arah ke bawah sedangkan komponen kapasitansi memiliki arah ke atas.

Daya aktif (P) adalah daya sebenarnya yang dibutuhkan oleh beban. tetapi daya yang perlu dipasok oleh PLN adalah daya nyata (S). Untuk meminimalkan daya yang perlu dipasok PLN, maka sebisa mungkin daya reaktif (Q) harus dieliminasi. Jika beban bersifat induktif, maka perlu ditambahkan kapasitor; dan jika beban bersifat kapasitif, maka perlu ditambahkan induktor sedemikian sehingga daya reaktif (Q) mendekati nol. Karena beban pada lingkungan perumahan sebagian besar bersifat induktif, maka penambahan kapasitor adalah cara yang tepat untuk menghemat energi (Kadir, 1990).



**Gambar 1. Diagram faktor daya**

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar pf dipasang paralel dengan rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya dengan demikian pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron ( $I_c$ ) berarti sama juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Keran beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil (Stevenson, 1984).

Daya reaktif yang dihasilkan oleh kapasitor adalah:

$$Q = V^2 \cdot 2\pi f \cdot C$$

Keterangan:

Q : Daya Reaktif (Var)

V : Tegangan Kapasitor (Volt)

f : Frekuensi jala-jala (Hz)

C : Kapasitansi (F)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkap dan menemukan hal-hal sebagai berikut (1) merancang dan membuat model kapasitor bank yang cocok digunakan untuk kebutuhan industri kecil di kecamatan Gunungpati kota Semarang; (2) melakukan uji coba, analisis data listrik yang dihasilkan serta perbaikan model; dan (3) implementasi dan diseminasi model kapasitor bank yang cocok digunakan untuk kebutuhan industri kecil di kecamatan Gunungpati kota Semarang.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development*, yaitu penelitian yang menghasilkan model sebagai fungsi kreasi dan inovasi dalam upaya pemecahan masalah efisiensi energi listrik. Adapun desain rencana kegiatan penelitian ini secara lebih jelas digambarkan melalui diagram alir seperti di bawah.

Secara rinci pelaksanaan penelitian pada masing-masing tahap dapat dijelaskan sebagai berikut.

### 1. Tahap I

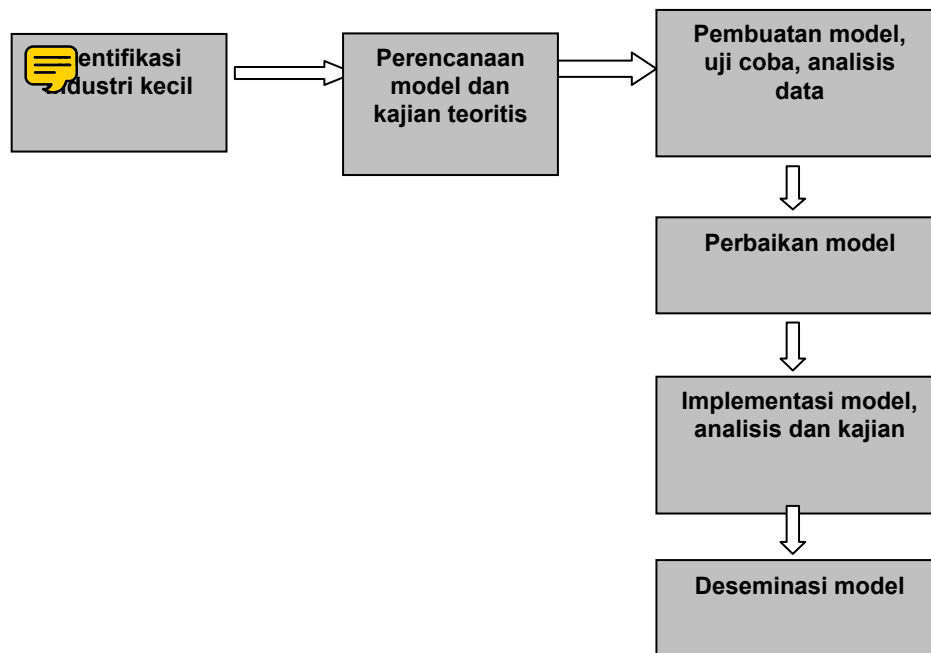
Penelitian lapangan mengenai identifikasi kebutuhan listrik dan karakteristik beban listrik industri kecil di kec. Gunungpati Semarang,

### 2. Tahap II

Perencanaan model dan kajian teoritis, meliputi perencanaan dan perhitungam teoritis kapasitor yang akan dipasang dan cocok dengan karakteristik industri kecil di kec. Gunungpati Semarang.

### 3. Tahap III

Setelah diperoleh data masing-masing komponen yang akan digunakan sesuai dengan perhitungan matematis, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan model. Dimulai dari pembuatan panel, pemilihan kapasitor, dll. Langkah berikutnya adalah pengujian laboratorium untuk mengetahui kesempurnaan kinerja seluruh rangkaian.



**Gambar 2. Desain Rencana Kegiatan Penelitian**

### 4. Tahap IV

Langkah selanjutnya adalah penyempurnaan seluruh sistem dengan melakukan revisi pada bagian–sistem yang belum optimum jika diperlukan.

### 5. Tahap V

Melakukan implementasi model di lapangan, yaitu memasang unit model di industri kecil terpilih (sampel) di kec. Gunungpati Semarang yang sudah ditentukan. Langkah selanjutnya dengan mengamati data elektrik dan kajian ekonomi serta kebermanfaatannya.

### 6. Tahap VI

Deseminasi model, langkah ini dimaksudkan untuk menyampaikan informasi kepada

masyarakat khususnya perbukitan disekitar kampus Unnes yang sudah dipasang pada rumah percontohan hemat energi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan penelitian, data awal tentang identifikasi dan kebutuhan jenis beban pada industri kecil/usaha kecil di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang, khususnya di kelurahan Sukorejo, Kelurahan Sekaran dan kelurahan Sumurejo dapat dilihat pada tabel di bawah.

**Tabel 1. Identifikasi beban listrik**

### Kel. Sekaran

No	Jenis Usaha	Alamat	Jenis Beban listrik terbesar	Keterangan
1	Peguruan Tinggi	Kel. Sekaran	Lampu, AC	2 bh
2	Sekolah	Kel. Sekaran	Lampu	6 bh
3	Bengkel Ahass	Kel. Sekaran	Kompresor, AC	Diamati 1 bengkel
4	Bengkel umum	Kel. Sekaran	kompresor	4 bh
5	Cuci kendaraan	Kel. Sekaran	kompresor	2 bh
6	Toko	Kel. Sekaran	Lampu dan AC	Diamati 4 toko
7	Warung makan	Kel. Sekaran	Lampu	Diamati 4 warung
8	Kos	Kel. Sekaran	Lampu, dll	Diamati 4 rumah kos
9	Foto copy	Kel. Sekaran	Lampu, dll	Diamati 2 Tempat
10	Warnet	Kel. Sekaran	Komputer, lampu, AC	Di amati 2 tempat

### Kel. Sukorejo

No	Jenis Usaha	Alamat	Jenis Beban listrik terbesar	Keterangan
1	Sekolah	Kel. Sukorejo	lampu	8 bh
2	Bengkel Yamaha	Kel. Sukorejo	kompresor	1 bh
3	Bengkel umum	Kel. Sukorejo	kompresor	2 bh
4	Cuci kendaraan	Kel. Sukorejo	kompresor	1 bh
5	Toko	Kel. Sukorejo	Lampu dan AC	Di amati 4 toko
6	Warung makan	Kel. Sukorejo	Lampu	Di amati 2 warung
7	Kos	Kel. Sukorejo	Lampu, dll	Di amati 2 rumah kos
8	Foto copy	Kel. Sukorejo	Lampu, dll	Di amati 1 Tempat
9	Warnet	Kel. Sukorejo	Komputer, lampu, AC	Di amati 1 tempat

### Kel. Sumurejo

No	Jenis Usaha	Alamat	Jenis Beban listrik terbesar	Keterangan
1	Sekolah	Kel. Sumurejo	Lampu	4 bh
2	Bengkel umum	Kel. Sumurejo	kompresor	2 bh
3	Toko	Kel. Sumurejo	Lampu	Di amati 2 toko
4	Warung makan	Kel. Sumurejo	Lampu	Di amati 2 warung
5	Usaha makanan kecil	Kel. Sumurejo	Lampu	Di amati 1 tempat

Dari data di atas diketahui jenis beban terbanyak dari industri kecil/usaha kecil adalah lampu. Sedangkan beban AC, beban kompresor maupun motor listrik lainnya populasinya tidak terlalu banyak, sehingga pada penelitian ini dipilih daya listrik terpasang 900 VA, 1300 VA, dan 2200 VA, dengan asumsi yang paling banyak dipasang pelanggan. Oleh karena itu untuk perencanaan dan percobaan di laboratorium dengan menggunakan daya terpasang seperti tersebut di atas. Hasilnya dapat di lihat pada tabel di bawah.

**Tabel 2. Hasil pengujian laboratorium penggunaan kapasitor**

Parameter	Daya terpasang					
	900 VA (MCB 4A)		1300 VA (MCB 6 A)		2200 VA (MCB 10 A)	
	tanpa Kapasitor	dengan Kapasitor	tanpa Kapasitor	dengan Kapasitor	tanpa Kapasitor	dengan Kapasitor
Tegangan	220 V	219,6 V	220 V	218 V	220 V	218,5 V
Arus	4 A	3,9 A	6 A	5,7 A	10 A	9,6 A
Frekuensi	50 Hz	49,9 Hz	50 Hz	49,8 Hz	50 Hz	49,7 Hz
Power faktor	0,95 lagging	0,99 lagging	0,95 lagging	0,98 lagging	0,85 lagging	0,90 lagging
Daya total	0,9 KVA	0,85 KVA	1,32 KVA	1,3 KVA	2,2 KVA	2 KVA
Daya aktif	0,86 KW	0,84 KW	1,28 KW	1,25 KW	2,1 KW	2,0 KW

Berdasarkan pendataan yang dilakukan secara acak oleh tim peneliti diperoleh hasil bahwa sebagian besar beban adalah beban lampu. Pada umumnya beban lampu yang dipasang sudah menggunakan lampu-lampu hemat energi. Namun ada juga yang masih menggunakan lampu TL dengan trafo balast yang faktor dayanya rendah. Dalam hal ini tim peneliti juga sekaligus menyarankan pelanggan untuk memasang kapasitor pada lampu TL yang dipasang, kecuali yang sudah menggunakan trafo balast elektronik, hal ini juga sesuai dengan kajian teori bahwa faktor daya dapat diperbaiki dengan memasang kapasitor secara paralel.

Pengujian dan percobaan penggunaan kapasitor yang dilakukan di laboratorium dengan simulasi daya terpasang 900 VA menggunakan MCB 4 A), 1300 VA (menggunakan MCB 6 A) dan 2200 VA (menggunakan MCB 10 A), dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 2 di atas. Hal ini menunjukkan adanya perubahan hasil pengukuran saat tanpa menggunakan kapasitor dan saat dipasang kapasitor, dengan asumsi beban induktif seperti pada tabel di atas. Tim peneliti melakukan uji coba menggunakan beberapa kapasitor dengan nilai kapasitansi yang berbeda-beda, hasil perancangan digunakan untuk ujicoba di beberapa tempat terpilih.

Pada beban induktif yang lebih besar, maka diperlukan pemasangan kapasitor yang mempunyai nilai kapasitansi lebih besar, hal ini sesuai dengan teori yang ada, sehingga pada kasus di unit usaha Ahas Handayani Sekaran, dilakukan uji coba beberapa kali dengan mengamati beban dan arusnya.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Dapat diketahui beban listrik terbanyak di industri kecil/usaha kecil Kelurahan Sekaran, Sukorejo dan Sumurejo adalah lampu listrik; Dapat diketahui beban listrik yang menyerap daya besar di industri kecil/usaha kecil Kelurahan Sekaran, Sukorejo dan Sumurejo adalah AC, kompresor dan motor listrik; Telah selesai dibuat dan diuji coba kapasitor bank di laboratorium dan di industri kecil/usaha kecil serta pemasangannya disetiap tempat berbeda tergantung dari jumlah dan sifat bebannya.

### **Saran**

Modul kapasitor bank perlu diuji coba cukup lama agar dapat diketahui umur teknisnya sehingga dapat dihitung lebih detail usia pakainya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Abdul Kadir. 1990. *Energi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press

Handoyo, dkk., 2005. “*Perancangan dan Implementasi Pemantauan Perkembangan Sentra Industri Kecil dan Desa Kerajinan dengan Model Konfigurasi Indikator Pendukung*”. DP2M, Dikti, Depdiknas, Jakarta.

Stevenson, William D., Jr. 1984. *Analisis Sistem Tenaga Listrik Edisi 4*. Erlangga, Jakarta.

Sunardi, 1995. “Pengaruh Karakteristik Pengusaha Terhadap Keberhasilan Usaha pada Industri Kecil Genteng di Yogyakarta”. *Thesis, ITB, Bandung*.