

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kereta Rel Listrik (KRL) adalah sarana moda transportasi umum yang digunakan oleh masyarakat di wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi karena kemudahannya dalam akses, harga terjangkau, cepat dan tepat, serta terhindar dari kemacetan jalanan ibu kota apabila menggunakan moda transportasi lain seperti bus dan kendaraan pribadi [1]. KRL merupakan sarana perkeretaapian yang menggunakan energi listrik sebagai sumber suplai tegangan kerjanya. Pada saat beroperasi, KRL memerlukan daya listrik yang nantinya akan disuplai dari sebuah gardu traksi dengan menggunakan kawat konduktor yang membentang dibagian atas sepanjang rute KRL tersebut yang disebut dengan sistem *Catenary* atau Listrik Aliran Atas (LAA) [2].

Kereta rel listrik menggunakan sumber tegangan 1500 VDC (*Direct Current*) sebagai tegangan kerjanya, tetapi untuk mendapatkan tegangan kerja tersebut maka diperlukan beberapa proses diantaranya suplai catu daya dari gardu PLN sebesar 20 kV AC (*Alternating Current*). Tegangan 20 kV AC kemudian diturunkan oleh trafo menjadi 1200 V AC. Tegangan 1200 V AC disearahkan menggunakan SR (*Silicon Rectifier*) menjadi tegangan 1500 VDC dan selanjutnya di suplai ke instalasi listrik melalui penyulang yaitu jaringan listrik aliran atas [3]. Selain untuk suplai daya KRL gardu traksi juga menyuplai daya unruk peralatan persinyalan dengan tegangan sebesar 6 kV AC. Tegangan 20 kV AC diturunkan menjadi 6 kV AC kemudian didistribusikan ke *signal cabin* dan diturunkan kembali menjadi tegangan 380 V AC sebagai tegangan kontrol pada gardu traksi atau AC/DC *Low Voltage*.

Pada saat ini, kebutuhan pada moda transportasi kian meningkat seperti halnya KRL JABODETABEK. Hal ini dapat dibuktikan oleh data Badan Pusat Statistik terkait penumpang KRL, dimana pada setiap tahunnya mengalami peningkatan [4]. Berdasarkan data BPS dalam 10 tahun terakhir penumpang KRL JABODETABEK mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dengan data awal pada tahun 2013 sebanyak 158.484 Juta hingga pada tahun 2019 sebanyak 336.799 Juta. Namun pada tahun 2020 hingga 2021 terjadi penurunan 62,2% atau sebanyak 210.059 Juta pengguna KRL akibat terjadi Pandemi COVID-19. Dan pada tahun 2022 terjadi peningkatan kembali sebesar 71,8% atau sebanyak 91.125 Juta sehingga menjadi 217.865 Juta pengguna KRL [5]. Adapun permasalahan jatuh tegangan LAA pada penelitian sebelumnya yaitu terjadinya penurunan tegangan pada catu

daya yang menyebabkan penurunan kecepatan kereta *Mass Rapid Transit (MRT)*, gangguan stabilitas daya dan peralatan listrik. Dengan tujuan mencari nilai besar jatuh tegangan dan jarak optimal penempatan gardu traksi *MRT* Jakarta dengan metode perhitungan yang terjadi di lintas *MRT*. Hasil penelitian adalah jatuh tegangan tertinggi berada di lintas antara gardu Sisimangaraja – Cipete yaitu 202,3 VDC dan jarak optimal gardu traksi adalah  $\pm 2$  KM [6].

Penelitian yang dilakukan oleh [3] untuk menjaga keandalan pasokan daya listrik maka harus mengoptimalkan penempatan antar gardu traksi agar lebih efisien dengan tujuan mendapatkan jarak gardu traksi Ceper dan Gawok yang optimal untuk menghindari gangguan selama operasional kereta dengan menggunakan metode perhitungan jatuh tegangan pada lintas yang terjadi pada KRL. Hasil penelitian bahwa penempatan optimal gardu traksi Ceper – Gawok adalah  $\pm 8$  KM dan tegangan jatuh maksimal sebesar 9,62%.

Penambahan *headway* atau jadwal perjalanan KRL di rute Bekasi Timur – Cikarang hingga *headway* 3 menit mengakibatkan permasalahan pada gardu traksi yaitu sering terjadi trip karena beban KRL yang meningkat. Selain terjadinya trip pada gardu traksi juga terjadi penurunan tegangan akibat dari penempatan gardu traksi yang kurang optimal. Pada kenyataannya dimana jaringan LAA dan gardu traksi mengalami jatuh tegangan (*Drop Voltage*) pada saat KRL melintas dari stasiun Bekasi Timur hingga stasiun Cikarang sehingga mengakibatkan gardu traksi trip. Apabila tidak dilakukan peningkatan kapasitas daya pada gardu traksi maka sering terjadi *trip* karena kurangnya suplai daya yang dibutuhkan oleh setiap unit sarana KRL. Semakin banyak jumlah sarana KRL maka semakin besar kebutuhan daya listrik yang harus disuplai dan apabila dimungkinkan harus ada penambahan gardu traksi [3].

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah tersebut, sehingga dapat diperoleh rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penambahan jadwal perjalanan/*headway* KRL pada rute Bekasi Timur - Cikarang mengakibatkan gardu sering trip karena beban KRL yang meningkat
- b. Kapasitas daya gardu traksi yang tidak memadai dapat mengganggu operasional KRL di lintas Bekasi Timur - Cikarang
- c. Terjadinya jatuh tegangan pada gardu traksi listrik aliran atas pada rute/lintas lintas Bekasi Timur - Cikarang karena frekuensi perjalanan KRL yang semakin banyak
- d. Belum dilakukan peningkatan daya gardu traksi eksisting dan penambahan gardu sisip di rute lintas Bekasi Timur - Cikarang terhadap penyempitan *headway*.

### 1.3 Urgensi Penelitian

Transportasi publik yang murah, efisien, dan cepat menjadi sangat penting untuk para pengguna moda transportasi. Peningkatan jumlah penumpang KRL mengakibatkan jadwal perjalanan semakin meningkat. Dalam penelitian ini dirancang sebuah gardu traksi yang mampu untuk memenuhi kebutuhan layanan KRL beserta jumlah trip/perjalanan di masa yang akan datang di wilayah operasional KRL rute Bekasi Timur - Cikarang.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada latar belakang permasalahan yang ada, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan analisis peningkatan kapasitas daya gardu traksi terhadap penyempitan *headway* kereta *commuter line* rute Bekasi Timur hingga Cikarang di PT KAI dengan metode aliran daya gardu traksi menggunakan *software ETAP 19.0.1*
- b. Merancang sebuah gardu traksi yang mampu untuk memenuhi beban KRL yang meningkat sehingga mampu mengatasi masalah trip pada gardu traksi menggunakan *software ETAP 19.0.1*
- c. Mengetahui kondisi aktual antara gardu traksi eksisting (gardu traksi yang tersedia) dengan daya yang dibutuhkan untuk menyuplai beban KRL terhadap penyempitan *headway*.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan dari permasalahan yang dibahas dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Penulisan tugas akhir ini dibatasi hanya berada di wilayah Bekasi Timur - Cikarang
- b. Parameter pada penelitian ini adalah dengan menghitung jarak pengisian gardu, menghitung kapasitas daya gardu eksisting, *headway*, tipe *Track*, spesifikasi teknis KRL dan power konsumsi KRL
- c. Analisis perhitungan kapasitas daya pada gardu traksi eksisting dan gardu traksi tambahan berdasarkan *headway*
- d. Menganalisis terjadinya jatuh tegangan dengan parameter jarak pengisian gardu, resistansi/hambatan internal gardu traksi dan merancang gardu traksi yang ideal guna mengoptimalkan suplai daya listrik dari gardu traksi ke KRL
- e. Penggambaran *single line diagram* dan simulasi program dilakukan dengan *software ETAP 19.0.1*.

## 1.6 Metode Penyelesaian Masalah

Penelitian ini agar mendapatkan hasil yang optimal, maka dibutuhkan data yang akurat dan objektif. Sehingga data tersebut dapat menjadi acuan perhitungan kapasitas daya gardu traksi yang optimal, maka diperlukan metode penelitian sebagai penyelesaian masalah. Metode penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini antara lain:

- a. Studi literatur, dengan menganalisis pada pencarian referensi berupa jurnal, artikel, buku, dan materi pembelajaran selama perkuliahan agar dapat digunakan sebagai bahan penelitian
- b. Konsultasi dan diskusi, dengan berkomunikasi pada dosen pembimbing atau para dosen di Program Studi Teknik Elektro terkait dengan penelitian ini
- c. Pengerjaan penelitian Analisis Kapasitas Daya pada Gardu Traksi Terhadap Penyempitan *Headway* Kereta *Commuter Line* Rute Bekasi Timur - Cikarang di PT KAI (Persero)
  - i. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data peralatan yang dibutuhkan dalam analisis penelitian dengan berkomunikasi kepada karyawan di divisi UPT LAA 1.10 Cikarang. Adapun data peralatan yang dibutuhkan yaitu antara lain: data spesifikasi teknis KRL, data spesifikasi gardu traksi LAA Cikarang, jarak pengisian gardu traksi, *headway* KRL dan lain-lain. Setelah semua data terkumpul maka akan dibuat pemodelan *single line diagram* dan dilakukan simulasi aliran daya pada *software ETAP 19.0.1*
  - ii. Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi  
Setelah mendapatkan semua data parameternya selanjutnya dilakukan perhitungan dan analisis untuk mendapatkan hasil besaran kapasitas daya gardu traksi yang dibutuhkan oleh beban KRL
  - iii. Perancangan Gardu Traksi Sisip  
Perancangan gardu traksi sisip menganalisa hasil simulasi aliran daya dan menghitung jarak pengisian gardu traksi terbaru pada rute Bekasi Timur - Cikarang untuk mengatasi nilai jatuh tegangan.
  - iv. Penulisan dan Penyusunan Skripsi  
Merupakan keseluruhan dari hasil dan pembahasan pada penelitian ini. Sehingga didapatkan kesimpulan akhir dan saran terkait hasil analisis dan perancangan dari tugas akhir ini dalam bentuk Skripsi.