

BAB II

GAMBARAN UMUM

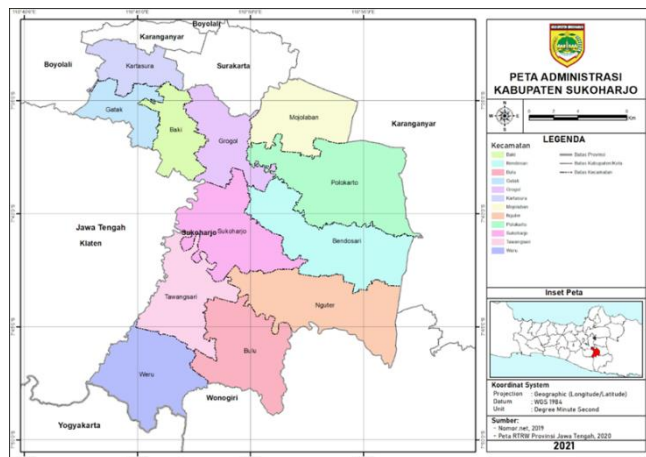
A. Kondisi Geografis

1. Kabupaten Sukoharjo

Kabupaten Sukoharjo merupakan kabupaten terkecil kedua di Provinsi Jawa Tengah, secara astronomis terletak di antara 110°42' - 110°57' BT dan 7°32' - 7°49' LS. Luas Kabupaten Sukoharjo 46.666 hektar atau 1,43 persen luas Provinsi Jawa Tengah. Wilayah Kabupaten Sukoharjo terdapat 12 kecamatan dengan desa ataupun kelurahan dalam satu provinsi dengan jumlah total 167. Secara topografi, Kabupaten Sukoharjo terdiri atas daerah dataran rendah dan perbukitan. Wilayah yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Sukoharjo diantaranya adalah:

- a. Sebelah utara : Kota Surakarta
- b. Sebelah timur : Kabupaten Karanganyar
- c. Sebelah barat : Kabupaten Klaten
- d. Sebelah selatan : Kabupaten Wonogiri dan DIY

Berikut adalah peta geografis dari wilayah Kabupaten Sukoharjo:



Gambar II. 1 Peta Administrasi Kabupaten Sukoharjo

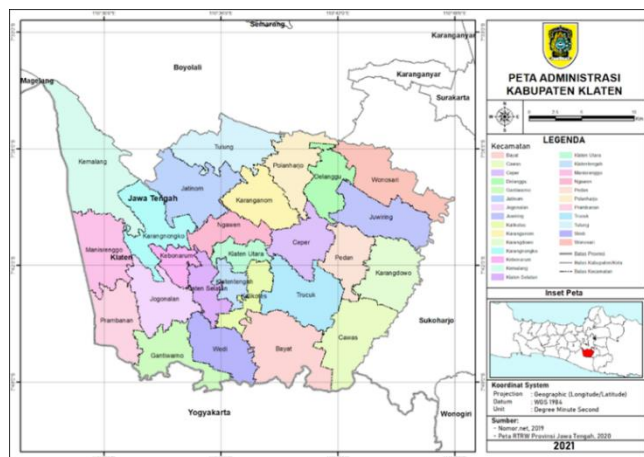
Sumber : Bappeda Provinsi Jawa Tengah, 2021

2. Kabupaten Klaten

Kabupaten Klaten secara astronomis terletak di antara $110^{\circ}26'14''$ - $110^{\circ}47'51''$ BT dan $7^{\circ}32'19''$ - $7^{\circ}48'33''$ LS. Luas Kabupaten Klaten 46.666 hektar atau 1,43 persen luas Provinsi Jawa Tengah. Kondisi wilayah administratif kabupaten klaten memiliki jumlah kelurahan total dalam satu provinsi yaitu 401 dimana memiliki batas wilayah langsung dengan:

- a. Sebelah utara : Kabupaten Boyolali
- b. Sebelah timur : Kabupaten Sukoharjo
- c. Sebelah barat : Kabupaten Gunungkidul (DIY)
- d. Sebelah selatan : Kabupaten Sleman (DIY)

Berikut merupakan peta geografis dari wilayah Kabupaten Klaten:



Gambar II. 2 Peta Administrasi Kabupaten Klaten

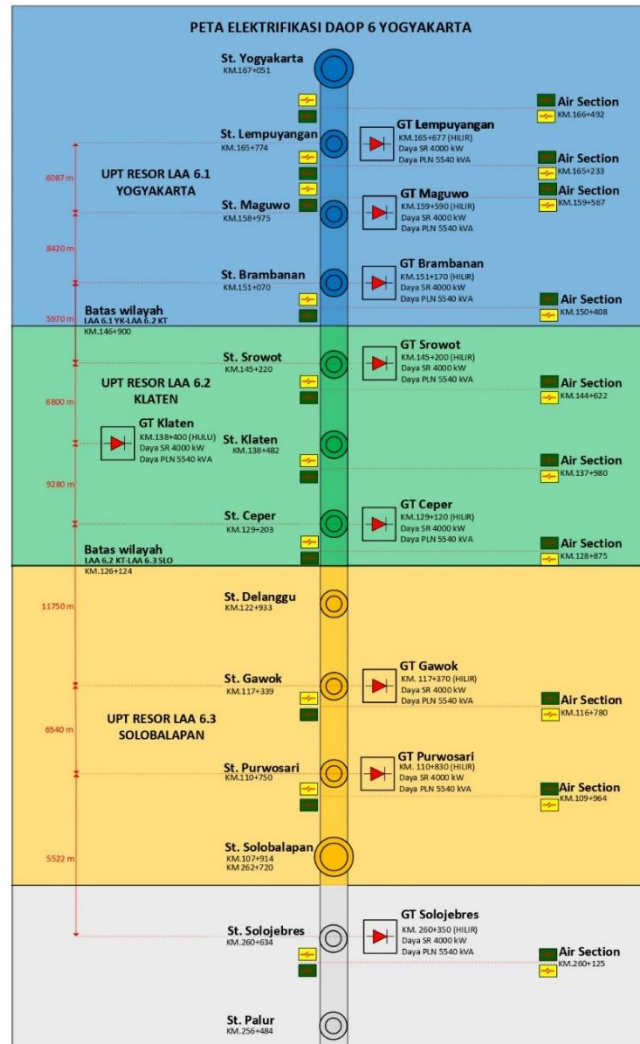
Sumber : Bappeda Provinsi Jawa Tengah, 2021

B. Kondisi Wilayah Kajian

1. Gardu Traksi

Arus listrik merupakan salah satu komponen yang sangat vital dalam pengoperasian Kereta Rel Listrik (KRL), karena merupakan sumber tenaga penggerak utama. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu sistem yang berfungsi dalam menyalurkan daya diantaranya adalah gardu listrik dan jaringan katenari. Gardu listrik berfungsi dalam

menyuplai daya dengan tegangan 1500V DC bagi KRL. Di sepanjang lintas KRL Yogyakarta-Palur terdapat gardu traksi untuk menyuplai daya listrik pada wilayah tersebut. Berikut merupakan peta gardu traksi Listrik Aliran Atas (LAA) pada lintas Yogyakarta-Palur:



Gambar II. 3 Peta Elektrifikasi Daop 6 Yogyakarta

Sumber : Unit Sintelis Daop 6 Yogyakarta

Berdasarkan gambar di atas diketahui bahwasannya pada lintas Yogyakarta-Palur terdapat sembilan titik lokasi gardu traksi yang terbagi ke dalam tiga resor. Adapun lokasi gardu traksi yang termasuk ke dalam wilayah UPT LAA Resor 6.2 Klaten meliputi gardu traksi Srowot dan gardu traksi Cepur. Sedangkan lokasi gardu traksi yang

termasuk dalam wilayah UPT LAA Resor 6.3 Solo Balapan meliputi gardu traksi Gawok dan gardu traksi Solojebres. Jenis gardu traksi yang digunakan di wilayah lintas Yogyakarta-Palur adalah *Xeron*. Berikut merupakan data gardu traksi pada lintas Yogyakarta-Palur

Tabel II. 1 Data Gardu Traksi KRL Lintas Yogyakarta-Palur

NO	STASIUN / KILOMETER	TEG. PLN (KV)	DAYA PLN (KVA)	DAYA SR (KW)	KAP. TRAFO (KVA)	PENYEDIAAN DAYA LISTRIK OUTPUT		
						DAYA (KW)	TEG. (VDC)	ARUS (A)
1	LEMPUYANGAN KM 165+774	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667
2	MAGUWO KM 159+500	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667
3	BRAMBANAN KM 151+200	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667
4	SROWOT KM 145+200	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667
5	KLATEN KM 138+493	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667
6	CEPER KM 129+200	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667
7	GAWOK KM 117+398	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667
8	PURWOSARI KM 110+750	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667
9	SOLOJEBRES KM 260+635	20	5540	4000	4420	4000	1500	2667

Sumber : Unit Sintelis Daop 6 Yogyakarta, 2023

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwasannya seluruh gardu traksi pada lintas Yogyakarta-Palur memiliki daya gardu 4000 kW dan kapasitas trafo mencapai 4420 kVA. PLN melayani PT Kereta Api Indonesia *Commuter* untuk operasional KRL Yogyakarta–Palur dengan daya 44.320 kVA. Kebutuhan listrik tersebut digunakan untuk kebutuhan listrik traksi KRL yang melintasi stasiun Yogyakarta, Lempuyangan, Maguwo, Brambanan, Srowot, Klaten, Ceper, Delanggu, Gawok, Purwosari, Solo Balapan, Solo Jebres, dan Palur.

Berikut merupakan data indikasi gangguan yang terjadi pada gardu traksi di segmen Gawok-Ceper:

Tabel II. 2 Gangguan *Trip* Gardu Traksi Gawok

Tanggal	Waktu	Indikasi <i>Trip</i>
6 Januari 2023	18:44:32 s.d 18:44:35	<i>Trip Out Feeder 4 CE-GW Hulu, Indikasi DDL+Delta T, Autoreclose</i>
15 Januari 2023	20:04:23 s.d 20:11:22	<i>Undervoltage 20 KV</i>
23 Januari 2023	16:01:59 s.d 16:02:11	<i>Trip Out Feeder 4 CE-GW Hulu, Indikasi DDL+Delta T, Autoreclose</i>
25 Januari 2023	14:34:17 s.d 14:34:29	<i>Trip Out Feeder 4 CE-GW Hulu, Indikasi DDL+Delta T, Autoreclose</i>
17 Februari 2023	06:17:46 s.d 06:18:01	<i>Trip Out Feeder 4 CE-GW Hulu, Indikasi DDL+Delta T, Autoreclose</i>
24 Februari 2023	13:33:02 s.d 13:33:19	<i>Undervoltage 20 KV</i>

Tanggal	Waktu	Indikasi <i>Trip</i>
25 Februari 2023	16:07:23 s.d 18:44:01	<i>Undervoltage 20 KV</i>
8 Maret 2023	12:54:22 s.d 12:54:34	<i>Trip Out Feeder 4 CE-GW Hulu,</i> Indikasi DDL+Delta T, <i>Autoreclose</i>
15 Maret 2023	09:59:35 s.d 09:59:52	<i>Undervoltage 20 KV</i>
17 Maret 2023	14:50:33 s.d 14:50:44	<i>Trip In Feeder 3 GW-CE Hilir,</i> Indikasi <i>Trip LBD, Autoreclose</i>
1 April 2023	06:24:29 s.d 06:24:50	<i>Trip In Feeder 2 GW-PWS Hulu,</i> Indikasi <i>Trip LBD, Autoreclose</i>
24 April 2023	13:37:55 s.d 13:38:07	<i>Trip Out Feeder 4 CE-GW Hulu,</i> Indikasi DDL+Delta T, <i>Autoreclose</i>
28 April 2023	08:59:59 s.d 09:00:29	<i>Trip Out Feeder 2 GW-PWS Hulu,</i> Indikasi DDL+Delta T, <i>Autoreclose</i>
24 Mei 2023	08:57:59 s.d 08:58:11	<i>Trip Out Feeder 4 CE-GW Hulu,</i> Indikasi DDL+Delta T, <i>Autoreclose</i>
3 Juni 2023	12:54:47 s.d 12:54:59	<i>Trip Out Feeder 4 CE-GW Hulu,</i> Indikasi DDL+Delta T, <i>Autoreclose</i>
5 Juni 2023	11:57:18 s.d 12:00:44	<i>Undervoltage 20 KV</i>

Sumber : Resort LAA 6.3 Solo Balapan, 2023

Tabel II. 3 Gangguan *Trip* Gardu Traksi Ceper

Tanggal	Waktu	Indikasi <i>Trip</i>
13 Februari 2023	03:30:57 s.d 03:49:19	<i>Undervoltage 20 kV</i>
13 Februari 2023	03:30:57 s.d 03:49:19	<i>Trip In Feeder 2 CE-GW Hulu, Indikasi Trip LBD, Autoreclose</i>
17 Februari 2023	06:17:50 s.d 06:18:11	<i>Trip In Feeder 2 CE-GW Hulu, Indikasi Trip LBD, Autoreclose</i>
20 Februari 2023	04:41:57 s.d 04:43:37	<i>Undervoltage 20 kV</i>
24 Februari 2023	13:35:37 s.d 13:35:54	<i>Undervoltage 20 kV</i>
24 Februari 2023	15:18:58 s.d 15:24:17	<i>Undervoltage 20 kV</i>
28 Februari 2023	05:34:28 s.d 06:06:54	<i>Undervoltage 20 kV</i>
28 Februari 2023	15:14:19 s.d 15:20:10	<i>Undervoltage 20 kV</i>
8 Maret 2023	12:54:24 s.d 12:54:45	<i>Trip In Feeder 2 CE-GW Hulu, Indikasi Trip LBD, Autoreclose</i>

Tanggal	Waktu	Indikasi <i>Trip</i>
14 Maret 2023	07:09:31 s.d 07:09:54	<i>Undervoltage 20 kV</i>
17 Maret 2023	14:50:32 s.d 14:50:44	<i>Trip In Feeder 4 KT-CE Hulu, Indikasi <i>Trip</i> DDL+Delta T, <i>Autoreclose</i></i>
24 April 2023	09:58:18 s.d 10:08:36	<i>Undervoltage 20 kV</i>
24 April 2023	13:37:57 s.d 13:38:17	<i>Trip In Feeder 2 CE-GW Hulu, Indikasi <i>Trip</i> LBD, <i>Autoreclose</i></i>
29 April 2023	09:52:45 s.d 09:53:05	<i>Undervoltage 20 kV</i>
24 Mei 2023	08:57:58 s.d 08:58:21	<i>Trip In Feeder 2 CE-GW Hulu, Indikasi <i>Trip</i> LBD, <i>Autoreclose</i></i>
29 Mei 2023	11:20:41 s.d 11:21:56	<i>Undervoltage 20 kV</i>

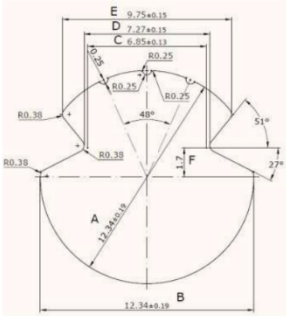
Sumber : Resort LAA 6.2 Klaten, 2023

Dari tabel tersebut di atas, dapat diketahui bahwasannya gardu traksi Gawok dan Ceper mengalami gangguan sebanyak 16 kali mulai bulan Januari hingga Mei 2023. Gangguan *undervoltage* umumnya disebabkan ketika PLN padam akibat adanya perawatan ataupun perbaikan. Sedangkan pada gangguan *trip*, gardu traksi akan otomatis merespon *autoresclose* sehingga tidak mengganggu operasi KRL.

Transmisi dengan tenaga listrik arus searah (DC) yang digunakan untuk pengoperasian KRL menggunakan konstruksi *overhead system*. Sistem konstruksi yang digunakan pada KRL lintas Yogyakarta-Palur

menggunakan *system catenary single trolley*. Adapun komponen dalam sistem konstruksi tersebut antara lain:

a. *Contact Wire*

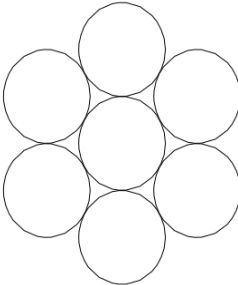
	Nominal cross section (+/-3%)	[mm ²]	110
	Min. Tensile strength	[N/mm ²]	450
	Min. Breaking load	[kgf]	4900
	Min. Elongation at break A200	[%]	3
	Min. Yield strength Rp0,2	[N/mm ²]	400
	Torsion Test L250: min. torsions before break		5
	Winding Test: windings without cracks		3
	Reverse Bend Test: bends on r=30mm w/o. breaks		6
	Min. Specific Conductivity at 20°C	[m/Ωmm ²]	46,4
	Min. Specific Conductivity at 20°C	[%IACS]	80
	Max. Specific Resistivity at 20°C	[10 ⁻⁸ Ωm]	2,155
	Max. Electrical Resistance at 20°C	[Ω/km]	0,202
	Weight	[kg/km]	980

Gambar II. 4 Spesifikasi Contact Wire

Sumber : Unit Sintelis Daop 6 Yogyakarta

Kawat trolley atau yang kerap kali disebut sebagai contact wire digunakan sebagai konduktor arus listrik dan sebagai saluran kontak dengan pantograf KRL

b. *Messenger Wire*

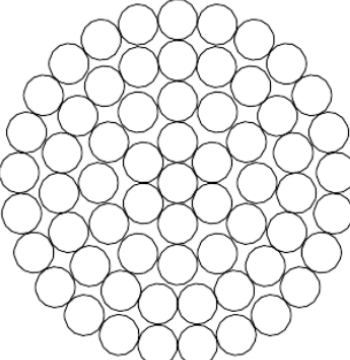
	MESSENGER WIRE ST. 90mm2	
	BAHAN	NAWAT BAJA GALVANIS
	UNURAN	90mm2
	NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA	90mm2
	COMPONENT WIRE DIAMETER	4 mm
	NO. OF COMPONENT WIRES	7
	CALCULATED CROSS SECTION AREA	88 mm2
	OUTSIDE DIAMETER	12 mm
	UNIT WEIGHT	0.696 kg/m
	CONDUCTOR RESISTANCE AT 20°C	1.653 ohm/km
	TENSILE STRENGTH	55,6 kN
	WEIGHT OF ZINC COATING	250gr/m2

Gambar II. 5 Spesifikasi Messenger Wire

Sumber : Unit Sintelis Daop 6 Yogyakarta

Messenger wire serigkali disebut sebagai kawat pemikul dan berfungsi menggantung atau menahan beban kawat kontak agar ketinggiannya dari *top rail* dapat dibuat konstan.

c. *Feeder Wire*

	
Bahan	Copper (Cu)
Ukuran	300mm ²
Nominal cross sectional area	300mm ²
Component wire diameter	2.5mm
No of Component wires	61
Calculated cross section area	299.4mm ²
Outside diameter	22.5mm
Unit weight	2.6kg/m
Conductor resistance at 20°C	0.0611 ohm/km
Tensile with stand strength	12230kgf

Gambar II. 6 Spesifikasi Feeder Wire

Sumber : Unit Sintelis Daop 6 Yogyakarta

Feeder wire digunakan sebagai penyulang daya ke kawat *trolley/contact* yang berasal dari gardu traksi melalui *feeding branch*.

2. Spesifikasi Jenis KRL

Spesifikasi teknis atau dapat dikatakan sebagai standar teknis diartikan sebagai uraian spesifik dan terperinci mengenai sesuatu yang menjadikannya sebagai karakteristik benda terkait sehingga dapat dijadikan sebagai pembeda antara satu benda dengan benda lain. Spesifikasi teknis KRL berisikan mengenai penjelasan karakteristik KRL secara spesifik meliputi berat kereta, kapasitas penumpang kereta, kapasitas daya yang digunakan, dan lain-lain.

KRL yang digunakan pada pengoperasian lintas Yogyakarta-Palur adalah hasil revitalisasi KRL KfW. KRL tersebut menggunakan motor traksi AC dengan menggunakan sistem penerus daya (propulsi) berbasis *Variable Voltage Variable Frequency* (VVVF) dengan daya 120 kW. Sumber tenaga auxiliary yang digunakan berupa *Static Inverter* (SIV) dengan sistem *Pulse Width Modulation* (PWM) dan menggunakan komponen *Insulated Gate Bipolar Transistor* (IGBT) dan berfungsi untuk menyuplai kebutuhan daya listrik yang stabil pada pengisian baterai, pengkondisian udara (AC), kompresor udara, lampu penerangan, sistem kontrol, dan peralatan tambahan lainnya.

Pada pengoperasian KRL lintas Yogyakarta-Palur digunakan KRL KfW dengan susunan rangkaian dua trainset untuk setiap rangkaiannya. Kereta yang dioperasikan menggunakan formasi delapan kereta dengan susunan 4M4T atau dengan komposisi sebagai berikut:

$$(TC + M_1 + M_2 + TC) + (TC + M_1 + M_2 + TC)$$

Berikut merupakan kapasitas penumpang KRL lintas Yogyakarta-Palur:

Tabel II. 4 Kapasitas Penumpang KRL KfW

	Motor Car (M)		Trailer Car (T _c)	
	Beban Normal	Beban Penuh	Beban Normal	Beban Penuh
Duduk	64	64	54	54
Berdiri	110	187	107	172
Total	174	251	161	226

Sumber : Spesifikasi Teknis KRL KfW, 2021

3. Frekuensi

Berikut merupakan frekuensi KRL yang melintas pada lintas Yogyakarta-Palur, khususnya pada segmen Gawok-Ceper berdasarkan jadwal perjalanan tahun 2023:

Tabel II. 5 Frekuensi KRL Yogyakarta-Palur

No	Pukul	Hulu	Hilir
1	03.59-04.59	0	1
2	04.59-05.59	1	0
3	05.59-06.59	1	1
4	06.59-07.59	1	1
5	07.59-08.59	1	1
6	08.59-09.59	0	0
7	09.59-10.59	1	1
8	10.59-11.59	1	1
9	11.59-12.59	0	0
10	12.59-13.59	1	1
11	13.59-14.59	0	1

No	Pukul	Hulu	Hilir
12	14.59-15.59	1	0
13	15.59-16.59	1	1
14	16.59-17.59	1	1
15	17.59-18.59	0	1
16	18.59-19.59	0	0
17	19.59-20.59	1	1
18	20.59-21.59	0	0
19	21.59-22.59	1	0
20	22.59-23.59	0	0
21	23.59-01.59	0	0
Total		12	12

Sumber : Gapeka, 2023

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa jumlah KRL yang melintas pada lintas Yogyakarta-Palur, khususnya pada segmen Gawok-Ceper pada jalur hulu dan hilir saat ini berjumlah sebanyak 24 perjalanan per harinya, dimana masing-masing jalur hulu dan hilir melintas sebanyak 12 KRL.

4. Volume Penumpang

KRL Yogyakarta-Palur mulai beroperasi sejak Januari 2021 menggantikan KRDE Prameks. Berikut merupakan volume penumpang KRL lintas Yogyakarta-Palur yang disajikan dalam bentuk data perbulan:

Tabel II. 6 Volume Penumpang KRL Yogyakarta-Palur

Bulan	Tahun		
	2021	2022	2023
Januari	1.227	286.175	390.897
Februari	99.239	222.633	367.756
Maret	196.264	263.990	451.914

Bulan	Tahun		
	2021	2022	2023
April	179.931	227.535	0
Mei	175.569	440.226	0
Juni	190.724	423.600	0
Juli	45.697	448.655	0
Agustus	47.906	342.783	0
September	105.780	342.783	0
Oktober	182.724	447.559	0
November	219.696	379.532	0
Desember	290.627	506.427	0

Sumber : Daop 6 Yogyakarta, 2023

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa volume penumpang KRL lintas Yogyakarta-Palur mengalami peningkatan setiap bulannya dan penurunan di beberapa bulan tertentu. Data volume penumpang diambil mulai Januari 2021 disesuaikan dengan awal beroperasinya KRL lintas Yogyakarta-Palur yang menggantikan KRDE Prameks hingga Maret 2023.