



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT

GEDUNG KARYA
JL. MERDEKA BARAT NO. 8
JAKARTA 10110

TELP. (021)3506138,
3506129,3506145,
3506143, 3862220

FAX : (021) 3507202,3506129,
3506145, 3506143, 3862179
email : hubdat@hubdat.web.id
Home Page : www.hubdat.web.id

Nomor : UM.209/30/10/LLJ/V/2022 Jakarta, 31 Mei 2022
Klasifikasi : Biasa
Lampiran : 1 (satu) Berkas
Hal : Penegasan Identitas Produk dan Spesifikasi Teknis
Perlengkapan Jalan dalam Sistem Katalog Elektronik Etalase
Produk Pengadaan dan Pemasangan Perlengkapan Jalan.

Yth. 1. Kepala BPTD Seluruh Indonesia;
2. Pengguna Katalog Elektronik Etalase Produk Pengadaan dan Pemasangan Perlengkapan
Jalan Sektoral Kementerian Perhubungan.

Menindaklanjuti surat Kepala Biro Layanan Pengadaan dan Pengelolaan BMN Nomor PL.103/2/10 PHB 2022 tanggal 13 April 2022 Pemberitahuan Penayangan Pengumuman Pendaftaran Pencantuman Barang/Jasa pada Katalog Elektronik Etalase Produk Pengadaan dan Pemasangan Perlengkapan Jalan dan surat kami kepada Ketua Perkumpulan Perusahaan Perlengkapan Jalan Indonesia (P3JI) Nomor UM.207/23/11/LLJ/IV/2022 tanggal 14 April 2022 Perihal Pemberitahuan Penayangan Pengumuman Pendaftaran Pencantuman Barang/Jasa pada Katalog Elektronik Etalase Produk Pengadaan dan Pemasangan Perlengkapan Jalan, dengan ini disampaikan penegasan bahwa identitas dan spesifikasi teknis produk perlengkapan jalan yang sudah dan akan ditawarkan oleh perusahaan pemilik TDBU-PPJ aktif yang telah bekerja sama dengan perusahaan pemilik TDBU-PPBJ aktif selaku calon penyedia katalog harus mengacu kepada identitas dan spesifikasi teknis yang telah disepakati dalam tahapan *Market Sounding* dan rapat pada tahapan-tahapan sebelumnya (identitas produk terlampir).

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, dan dengan diberlakukannya Peraturan LPP Nomor 9 Tahun 2021 tentang Toko Daring dan Katalog Elektronik dalam Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah dan Keputusan Kepala KPP Nomor 122 Tahun 2022 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Katalog Elektronik yang diamanatkan agar dalam proses penayangan katalog oleh calon penyedia sudah tidak melalui verifikasi, sehingga dihimbau kepada pengguna Katalog Elektronik Etalase Produk Pengadaan dan Pemasangan Perlengkapan Jalan Sektoral Kementerian Perhubungan untuk dipelajari terlebih dahulu mengenai identitas dan spesifikasi teknis produk yang ditawarkan sebelum dilaksanakan pembelian.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih.

Direktur Lalu Lintas Jalan,



Ditandatangani secara elektronik
CUCU MULYANA, IR, DESS

NIP. 19630909 199303 1 002

Tembusan:

1. Direktur Jenderal Perhubungan Darat;
2. Kepala Biro Layanan Pengadaan dan Pengelolaan BMN.

Lampiran Surat Direktur Lalu Lintas Jalan
Nomor : UM.209/30/10/LLJ/V/2022
Tanggal : 31 Mei 2022

A. Marka Tanda (Marka Cat/Marka *Thermoplastic*/Marka Jalan *Cold Plastic*/Marka Jalan *Pre-Fabricated*).

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi:

- a. Rincian Spesifikasi Teknis Marka Tanda;
- b. Sertifikat ISO 9001:2015 yang diterbitkan dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- c. Sertifikat hasil uji bahan marka cat memenuhi standard AASHTO M 248-91:2012 dari laboratorium pengujian dalam negeri;
- d. Sertifikat hasil uji bahan marka *thermoplastic* memenuhi standard AASHTO M-249-98 dari laboratorium pengujian dalam negeri
- e. Sertifikat hasil uji *glass bead* memenuhi standard AASHTO M 247 dari laboratorium pengujian dalam negeri;
- f. Sertifikat hasil uji bahan marka *fabricated* memenuhi ketahanan terhadap gaya tarik minimum 40 psi dari laboratorium pengujian dalam negeri;
- g. Metode Pekerjaan:
 - 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design* (CAD) yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement* dan pemasangan;
 - 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan marka secara terperinci.

2. Spesifikasi Teknis

- a. Uraian umum marka jalan berupa tanda

Marka jalan berupa tanda adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang berupa garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

Marka jalan berupa tanda harus memiliki kriteria supaya dapat berfungsi sesuai dengan keperluannya yaitu memberikan batas ruang lalu lintas kepada pengguna jalan.

Bahan marka jalan berupa tanda berdasarkan jenis bahan terdiri atas:

- 1) Marka Cat

Marka Cat yang digunakan untuk penandaan marka jalan menggunakan bahan:

- (a) Marka cat berbahan dasar *resin acrylic* berpelarut air yang cepat kering sesuai dengan AASHTO M 248-91:2012.

- (b) Marka cat berbahan dasar resin *acrylic* atau *alkyd* berpelarut *solvent Base Paint* yang cepat kering (tipe F) sesuai dengan AASHTO M 248-91:2012.
- (c) Katalis dapat digunakan untuk mempercepat proses pengeringan atau meningkatkan kinerja material marka.

2) Marka *Thermoplastic*

- (a) Bahan marka *thermoplastic* terdiri dari pigmen, binder, manik-manik kaca (*glass bead*) dan *extenders*. Diaplikasikan dalam bentuk cair yang sebelumnya diproses melalui pemanasan serta sesuai dengan ketentuan AASHTO M-249-08.
- (b) *Glass bead* ditambahkan untuk memantulkan cahaya sesuai dengan ketentuan AASHTO M 247.
- (c) Kekesatan (*skid resistance*) marka dengan bahan paling sedikit 45 SRT berdasarkan ASTM 303-93:2013.
- (d) Bahan *thermoplastic* dalam bentuk campuran material dasar atau dalam lembaran balok (*preformed*) dalam bentuk setengah jadi, proses peleburan (fusi) dilakukan saat aplikasi ke permukaan jalan.
- (e) Komposisi bahan marka *thermoplastic* terdiri dari:
 - (1) Binder berupa bahan alami (rosin ester) atau resin sintetis paling sedikit 18% (delapan belas persen);
 - (2) Manik-manik kaca (*glass beads*) berkisar antara 30% (tiga puluh persen) hingga 40% (empat puluh persen) berdasarkan AASHTO T 250;
 - (3) Pigmen berupa *titanium dioxide* paling sedikit 10% (sepuluh persen) sesuai ASTM D 476 untuk warna putih;
 - (4) Kombinasi *calcium carbonate* dan inert fillers dengan komposisi paling banyak 42% (empat puluh dua persen).
- (f) Komposisi bahan marka *thermoplastic* warna kuning atau warna lainnya terdiri dari:
 - (1) Binder berupa bahan alami (*rosin ester*) atau resin sintetis paling sedikit 18% (delapan belas persen);
 - (2) Manik-manik kaca (*glass beads*) berkisar antara 30% (tiga puluh persen) hingga 40% (empat puluh persen) berdasarkan AASHTO T 250;
 - (3) Kombinasi pigmen, *calcium carbonate* dan *inert fillers* dengan komposisi paling banyak 52% (lima puluh dua persen).
- (g) Bahan marka *Thermoplastic* tidak melunak pada suhu di bawah $102,5^{\circ}\text{C}$ (seratus dua koma lima derajat Celcius) $\pm 9,5^{\circ}\text{C}$ (sembilan koma lima derajat Celcius) sesuai ASTM D 36.
- (h) Waktu pengeringan setelah diaplikasikan pada permukaan jalan dengan ketebalan 3 (tiga) milimeter, tidak lebih dari 10 (sepuluh) menit pada suhu udara 32°C (tiga puluh dua derajat Celcius) $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (dua derajat Celcius)
- (i) Umur bahan atau material yang akan digunakan tidak lebih dari 1 (satu) tahun dari tanggal produksi.

3) Marka Coldplastic

- (a) Bahan Marka Coldplastic berbahan *Methyl Methacrylate* (MMA) resin atau *Poly Methyl Methacrylate* (PMMA) resin yang dikombinasikan dengan agregat dan *fillers* menjadi bahan marka berbentuk cairan sesuai dengan ketentuan BS EN 1871:2000;
- (b) Coldplastic adalah jenis plastik yang terdiri atas dua komponen bahan yang terpisah (plastik dan bahan pelarut *Benzoyl peroxide* (BPO));
- (c) Penerapan sebagai bahan marka perlu ditambahkan katalis berupa *Benzoyl Peroxide* (BPO) dan bisa dalam bentuk cairan atau bubuk maksimum 150 (seratus lima puluh) gram per liter sesuai ASTM D 3690;
- (d) *Glass bead* ditambahkan untuk memantulkan cahaya sesuai dengan ketentuan AASHTO M 247;
- (e) Untuk penerapan marka lainnya terutama untuk marka yang berbentuk karpet warna perlu ditambahkan agregat dengan warna yang sama untuk menghasilkan kekesatan. Agregat yang digunakan dapat menggunakan *Calcined Bauxite* dengan ketentuan:

PROPERTI FISIK	AMBANG BATAS	METODE TES
PSV 10 / 6	70+	BS EN 1097-8:200
<i>Abbrasion value</i> 10 / 14	≤ 4	BS EN 1097-8:199, Annex A
<i>Relativity Density</i> (SSD)	≤ 2,8	BS EN 1097-3
<i>Moisture Content</i>	≤ 0,5 %	BS EN 1097-6:2000
<i>Particle Angularity</i>	<i>Blocked shape (not flakes)</i>	Pengamatan Visual
<i>Grading % Passing</i>		EN 933-1:1997
4,00 milimeter	100%	
3,35 milimeter	≥ 95%	
0,60 milimeter	≤ 0,5%	
<i>Mineralogi</i>		XRD
<i>Diasporic or Gibbsite Corundum</i>	60-85%	
Komposisi Mineral		EN 932-3
<i>Aluminum Oxide</i> (Al ₂ O ₃)	≥ 82,0%	
<i>Iron Oxide</i> (Fe ₂ O ₃)	≤ 4,5%	
<i>Silicon Dioxide</i> (SiO ₂)	≤ 12,5%	
<i>Potassium Oxide + Sodium Oxide</i> (K ₂ O + Na ₂ O)	≤ 0,5%	
TiO ₂	≤ 4,5%	

4) *Prefabricated* marking.

Prefabricated Marking adalah jenis marka dalam bentuk utuh yang sebelumnya telah diproses oleh pabrik sebelum diaplikasikan. Material bahan sama seperti marka berbahan *thermoplastic* yang telah diproses terlebih dahulu dan dapat berupa marka garis, marka lambang, dan marka lainnya sesuai AASHTO M-249-98.

Preformed Prefabricated Marking meliputi:

- (a) Terbuat dari bahan sama seperti marka berbahan *thermoplastic* yang jika aplikasikan dengan cara dipanaskan bisa mengeras dengan kuat dan mampu menahan beban lalu lintas berat.
- (b) Dapat dibuat marka berupa lambang atau garis terlebih dahulu.
- (c) Diproduksi dalam bentuk potongan panjang, gulungan, angka, huruf, lambang dan sudah tersedia dalam berbagai desain multi-warna. Pada produk dengan warna putih atau kuning atau warna lain dan sudah diberi manik-manik kaca (*glass beads*) terdistribusi merata pada setiap luas penampangnya untuk memberikan sifat reflektif.
- (d) Harus memiliki ketahanan terhadap cuaca, tidak mudah sobek, menggulung, atau kondisi lain seperti kehilangan rekatan terhadap permukaan jalan sehingga mengurangi kinerjanya.
- (e) Harus memiliki kemampuan untuk mengikuti/menyesuaikan terhadap kontur jalan, tahan terhadap efek pengereman kendaraan, dan suhu pada kondisi jalan macet.
- (f) Harus memiliki ketahanan terhadap gaya tarik minimum 40 psi dengan menggunakan metode pengujian ASTM D 638.

b. Ukuran marka jalan berupa tanda

1) Marka jalan berupa tanda berbentuk garis lurus

- a) Lebar marka garis untuk marka tepi kiri, marka tepi kanan, dan marka pembagi lajur atau jalur pada jalan nasional selain jalan bebas hambatan sebesar 120 (seratus dua puluh) milimeter;
- b) Lebar marka garis untuk marka tepi kiri, marka tepi kanan, dan marka pembagi lajur atau jalur pada jalan nasional jalan bebas hambatan sebesar 150 (seratus lima puluh) milimeter;
- c) Panjang marka berupa tanda berbentuk garis lurus putus putus sebedar 3 (tiga) meter untuk jalan dengan kecepatan kurang dari 60 (enam puluh) kilometre per jam;
- d) Panjang marka berupa tanda berbentuk garis lurus putus putus sebedar 5 (lima) meter untuk jalan dengan kecepatan 60 (enam puluh) kilometre per jam atau lebih;
- e) Jarak antar marka berupa tanda berbentuk garis lurus putus putus sebesar 5 (lima) meter untuk jalan dengan kecepatan kurang dari 60 (enam puluh) kilometre per jam;
- f) Jarak antar marka berupa tanda berbentuk garis lurus putus putus sebesar 8 (delapan) meter untuk jalan dengan kecepatan 60 (enam puluh) kilometre per jam atau lebih;
- g) Jarak pemasangan marka ganda pembagi jalur sebesar 100 (seratus) sampai dengan 180 (seratus delapan puluh) milimeter;

- h) Ukuran marka jalan berupa tanda berbentuk garis lurus putus putus sebagai garis peringatan pada jalur percepatan atau perlambatan sebelum pendekat penghalang (*approach line*) atau pada garis dilarang mendahului di tikungan yaitu Panjang 3 (tiga) meter dan jarak antar marka 150 (seratus lima puluh) milimeter untuk marka jalan dengan lebar 120 (seratus dua puluh) dan 150 (seratus lima puluh) milimeter.
- i) Marka jalan berupa tanda berbentuk garis melintang
 - (1) Lebar marka tanda berbentuk garis melintang sebesar 300 (tiga ratus) milimeter; dan
 - (2) Panjang marka tanda berbentuk garis melintang paling sedikit sebesar 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter.
- j) Marka jalan berupa tanda berbentuk garis serong
 - (1) Lebar marka jalan berupa tanda berbentuk garis melintang sebesar 300 (tiga ratus) milimeter; dan
 - (2) Panjang marka jalan berupa tanda berbentuk garis serong disesuaikan dengan geometri *tri angle* di titik *merging* atau *diverging*.
- 2) Marka jalan berupa tanda berbentuk kotak kuning (*yellow box*)
 - a) Lebar marka jalan berupa tanda berbentuk kotak kuning (*yellow box*) sebesar antara 100 (seratus) sampai dengan 180 (seratus delapan puluh) milimeter; dan
 - b) Panjang marka jalan berupa tanda berbentuk kotak kuning (*yellow box*) disesuaikan dengan geometri simpang di titik lokasi pemasangan.
- 3) Marka jalan berbentuk karpet
Ukuran Panjang dan lebar marka jalan berupa tanda yang berbentuk karpet disesuaikan dengan kebutuhan
- 4) Marka jalan berbentuk lambang
Panjang dan lebar marka jalan berupa tanda yang berbentuk lambang antara lain berupa panah, gambar, tulisan, dan segitiga disesuaikan dengan peraturan perundang undangan bidang marka jalan.
- 5) Ketebalan marka jalan berupa tanda
 - a) Ketebalan marka jalan berupa tanda untuk marka garis yang berfungsi sebagai pembatas jalur atau lajur lalu lintas adalah sebesar 3 (tiga) milimeter; dan
 - b) Ketebalan marka jalan berupa tanda dengan bahan *cold plastic* yang ditambahkan dengan agregat yaitu untuk marka berbentuk karpet dapat lebih dari 3 (tiga) milimeter.
- c. Kekesatan marka jalan berupa tanda
 - 1) Kekesatan (*skid resistance*) marka dengan bahan cat, *thermoplastic*, *cold plastic*, dan *pre-fabricated* dengan bentuk marka berupa garis yaitu paling sedikit 45 SRT berdasarkan ASTM 303-93:2013; dan
 - 2) Kekesatan (*skid resistance*) marka dengan bahan cold plastic dengan bentuk marka berupa karpet yaitu paling sedikit 65 SRT berdasarkan ASTM 303-93:2013; dan
- d. *Retroreflektif* marka jalan berupa tanda

Marka Jalan berupa tanda harus memiliki nilai *retroreflektif*. Nilai *retroreflektif* Marka Jalan berupa tanda kecuali marka lainnya yang berbentuk karpet paling sedikit memiliki rata-rata nilai retroreflektif sebagai berikut:

- 1) Pengukuran terhadap *Coefficient of Retroreflected Luminance* (RL) adalah pengukuran daya pantul Marka Jalan terhadap lampu kendaraan memenuhi nilai:
 - (a) Marka warna putih sedikit 300 (tiga ratus) mcd/m²/lux dan warna kuning/warna lainnya paling sedikit 175 (seratus tujuh puluh lima) mcd/m²/lux setelah diaplikasikan sampai 6 (enam) bulan setelahnya.
 - (b) Marka warna putih paling sedikit 250 (dua ratus lima puluh) mcd/m²/lux dan warna kuning/warna lainnya 100 (seratus) mcd/m²/lux Pada akhir tahun pertama.
- 2) Pengukuran terhadap *Luminance Coefficient under Diffuse Illumination* (Qd) adalah pengukuran daya pantul Marka Jalan terhadap sinar matahari atau lampu jalan memenuhi nilai paling sedikit 160 (seratus enam puluh) mcd/m²/lux seluruh warna marka.

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran panjang, ketebalan, dan lebar marka;
 - b. Pengukuran fisibilitas marka untuk setiap warna yang meliputi pengukuran terhadap *Coefficient of Retroreflected Luminance* (RL) yakni pengukuran daya pantul marka jalan terhadap lampu kendaraan,
 - c. Pengukuran terhadap *Luminance Coefficient under Diffuse Illumination* (Qd) yakni pengukuran daya pantul marka jalan terhadap sinar matahari atau lampu jalan.
 - a. Pengukuran tingkat kekesatan (*skid resistance*);
 - b. Pengukuran ujung paku marka sampai permukaan aspal/perkerasan jalan;
- Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Tekni

4. Gambar Teknis As Built Drawing

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Penampang dan Bentuk Marka;
- c. Gambar Titik Lokasi Pemasangan (dilengkapi data koordinat);
- d. Gambar teknis lain yang diperlukan

5. Tata cara penempatan serta pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan dan Peraturan

Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.106/AJ.501/DRJD/2019 tentang Petunjuk Teknis Marka Jalan.

B. Marka Jalan berupa Peralatan Paku Jalan.

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Rincian Spesifikasi Teknis Paku Jalan;
- b. Sertifikat hasil uji tekan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- c. Sertifikat hasil uji material perekat yang digunakan sebagai perekat paku jalan pada perkerasan jalan sesuai dengan standard AASTHO M 273 dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- d. Material perekat yang digunakan sebagai perekat paku jalan pada perkerasan jalan sesuai dengan standard AASTHO M 273.
- e. Jaminan garansi produk minimal 5 (lima) tahun.
- f. Metode Pekerjaan:
 - 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design (CAD)* yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail paku jalan, perekatan, dan pemasangan;
 - 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan paku jalan secara terperinci.

2. Spesifikasi Teknis

- a. Uraian umum paku jalan
- b. Bahan, bentuk dan ukuran paku jalan
 - 1) bahan terbuat dari bahan plastik, kaca, baja tahan karat, atau aluminium alloy;
 - 2) paku Jalan terpasang memiliki ketebalan maksimal 20 mm di atas permukaan jalan dan apabila memiliki reflektor tidak boleh menonjol lebih dari 40 mm di atas permukaan jalan
 - 3) bentuk paku (bujur sangkar, empat persegi panjang dan bundar);
 - 4) ukuran dengan bentuk bujur sangkar
 - a) 10cm, untuk jalan dengan kecepatan rencana kurang dari 60 km/jam
 - b) 15cm, untuk jalan dengan kecepatan rencana >60 km/jam
 - c) pada bagian bawah Paku Jalan terdapat kaki/angkur sebagai pengikat agar tidak mudah lepas dari permukaan jalan;
 - d) terdapat bahan reflektif sebagai pemantul cahaya/reflektor dengan luas reflektor paling sedikit 25 cm persegi;
 - 5) ukuran dengan bentuk empat persegi panjang
 - a) panjang dengan ukuran panjang 20 cm

- b) lebar minimal 10 cm
 - c) pada bagian bawah Paku Jalan terdapat kaki/angkur sebagai pengikat agar tidak mudah lepas dari permukaan jalan;
 - d) terdapat bahan reflektif sebagai pemantul cahaya/reflektor dengan luas reflektor paling sedikit 25 cm persegi;
- 6) ukuran dengan bentuk bundar
- a) diameter minimal 10 cm
 - b) diameter cembungan 60 mm
 - c) bahan kaca temper 360°
 - d) ketahanan terhadap tekanan minimal 25-40 ton
 - e) ketahanan terhadap benturan yang tinggi (tidak terjadi keretakan setelah diuji dengan bola baja seberat 1,04 kg dijatuhkan dari ketinggian 1,5 m)
 - f) daya pantul 100 % (pada bagian yang menonjol)
- 7) Sudut Kemiringan antara permukaan depan dengan alas Paku Jalan tidak lebih dari 45°;
- 8) Bagian alas Paku Jalan memiliki permukaan yang dapat menguatkan daya rekat (tidak halus dan mengkilap) serta perbedaan kerataan paling banyak 1,3 mm dan jika terdapat bagian yang menonjol tidak lebih dari 1,3 mm dari bagian yang rata;
- 9) Memiliki kekuatan lentur (*flexural strength*) paling sedikit 8914 Newton tanpa kerusakan dan memiliki kekuatan tekan (*compressive strength*) saat diberi beban 2727 kg tanpa kerusakan dan deformasi signifikan, deformasi paling besar 3,3 mm;
- 10) Paku Jalan dapat dilengkapi sumber cahaya dengan catu daya mandiri dengan model pencahayaan berkelip atau konstan;
- 11) Reflektor yang menempel pada badan Paku Jalan dapat terbuat dari glass lens atau plastic prismatic;
- 12) Paku Jalan harus tahan terhadap bahan kimia, korosi dan radiasi ultra violet, untuk bahan kaca terdapat persyaratan tambahan yaitu tidak licin;
- a) Warna reflektor Paku jalan
 - b) Warna kuning digunakan untuk pemisah jalur atau lajur lalu lintas;
 - c) Warna berwarna merah digunakan pada garis batas di sisi kiri jalan;
 - d) Warna putih digunakan pada garis batas sisi kanan jalan.
- 13) Ketentuan bahan lem perekat khusus Paku Jalan memenuhi standar AASHTO M 237
- 14) Bahan perekat yang digunakan memiliki properti fisik sebagai berikut:

Physical properties	min	Max	Test method
<i>Softening point, °C</i>	93	127	ASTM D 36
<i>Penetration at 25°C mm X 10⁻¹</i>	10	18	ASTM D 5
<i>Penetration at 60°C mm X 10⁻¹</i>	45	65	ASTM D 5
<i>Flow, mm</i>	-	5.1	ASTM D 5329
<i>Heat stability flow, mm</i>	-	5.1	ASTM D 5329
<i>Viscosity at 204°C, P</i>	30	75	ASTM D 2669
<i>Flash Point, °C</i>	288	-	ASTM D 92
<i>Shell life, years</i>	2	-	

c. Penempatan Paku Jalan

- 1) Paku Jalan digunakan untuk lokasi atau daerah pada ruas jalan dengan kondisi penerangan jalan yang kurang, pada lokasi atau daerah dengan curah hujan tinggi dan lokasi atau daerah dengan potensi berkabut.
- 2) Penempatan Paku Jalan:
 - a) Marka Membujur berupa garis utuh sebagai pemberi tanda tepi jalur lalu lintas;
 - b) Marka Membujur berupa garis putus-putus sebagai tanda peringatan;
 - c) Marka Membujur berupa garis utuh sebagai pemisah lajur; dan
 - d) Marka membujur berupa garis utuh sebagai pemisah jalur.
- 3) Penempatan Paku Jalan berdasarkan warna pemantul cahaya/reflektor pada Paku Jalan harus memenuhi ketentuan:
- 4) Pemantul cahaya/reflektor berwarna putih digunakan untuk melengkapi Marka Membujur utuh pada sisi kanan jalan sesuai dengan arah lalu lintas;
- 5) Pemantul cahaya/reflektor berwarna kuning digunakan untuk melengkapi Marka Membujur utuh dan putus-putus pada pemisah jalur atau lajur lalu lintas; dan
- 6) Pemantul cahaya/reflektor berwarna merah digunakan untuk melengkapi Marka Membujur utuh pada sisi kiri jalan sesuai dengan arah lalu lintas.
- 7) Penempatan Paku Jalan berdasarkan Marka Jalan berupa tanda dengan memperhatikan ketentuan sebagai berikut:
 - a) Pada Marka Membujur putus-putus, Paku Jalan ditempatkan pada ruang antara dua marka putus-putus:
 - b) Untuk kecepatan rencana kurang dari 60 km/jam jarak pengulangan pemasangan Paku Jalan adalah 8 m;
 - c) Untuk kecepatan rencana lebih dari 60 km/jam jarak pengulangan pemasangan Paku Jalan adalah 13 m.
 - d) Pada Marka Membujur utuh, Paku Jalan dipasang pada sisi marka utuh (*offset*) dengan jarak sebesar 15 mm sampai dengan 30 mm:
 - e) Untuk kecepatan rencana kurang dari 60 km/jam jarak pengulangan pemasangan Paku Jalan adalah 8 m;
 - f) Untuk kecepatan rencana lebih dari 60 km/jam jarak pengulangan pemasangan Paku Jalan adalah 13 m.
 - g) Pada Marka Serong, Paku Jalan dipasang pada sisi rangka garis utuh (*offset*) dengan jarak sebesar 15 mm sampai dengan 30 mm.
 - h) Jarak pengulangan pemasangan paku jalan yang dipasang pada marka membujur putus-putus adalah pada titik awal dan akhir marka dengan panjang 3 s/d 5 m, sedangkan jarak pengulangan untuk paku jalan yang dipasang pada marka utuh adalah setiap 3 m.

d. Pemasangan Paku Jalan

Ruas jalan yang akan dipasang paku jalan di bor terlebih dahulu dengan kedalaman sesuai dengan ukuran paku jalan yang akan digunakan, paku dimasukan dengan melumurkan lem perekat khusus pada bagian bawah paku dan bagian bawah badan paku dengan waktu pengeringan di atas 15 menit (atau sesuai petunjuk pabrikan).

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran dimensi paku marka;
- b. Pengukuran kedalaman pemasangan paku marka;
- c. Pengukuran ujung paku marka sampai permukaan aspal/perkerasan jalan;

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Kualitas tekan paku jalan;
- b. Kualitas pengeleman paku jalan;
- c. *Retroreflektivitas* alat pemantul cahaya (tipe tertentu);

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Tekni

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Pengeboran;
- c. Gambar Titik Lokasi Pemasangan (dilengkapi data koordinat);
- d. Gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata cara penempatan serta pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.106/AJ.501/DRJD/2019 tentang Petunjuk Teknis Marka Jalan.

C. Marka Jalan berupa Alat Pembagi Lajur atau Jalur (*Water barrier* dan *Concret barrier*)

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Rincian Spesifikasi Teknis;
- b. Sertifikat Merek Pembagi Lajur dan Jalur;
- c. Sertifikat hasil uji dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi dalam Negeri;
- d. Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM type IV atau type X1 dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);
- e. Jaminan garansi produk minimal 5 (lima) tahun.
- f. Metode Pekerjaan:

- 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design (CAD)* yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar produk;
- 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan marka jalan berupa peralatan Pembagi Lajur dan Jalur secara terperinci.

2. Spesifikasi Teknis

- a. Bahan Alat Pembagi Lajur dan Jalur
 - 1) Material plastik atau sejenisnya yang dapat diisi air (*Water barrier*)
 - a) Terbuat dari bahan plastik (*High Density Polyethylene*) yang memiliki sifat keras dan dapat bertahan pada temperature tinggi 120°C (serta tahan terhadap zat kimia);
 - b) Sifat bahan yang tidak mudah berubah terhadap pengaruh cuaca, tidak luntur atau tahan terhadap minyak atau sejenisnya;
 - c) Alas harus tidak mudah rusak karena gesekan dengan permukaan jalan;
 - d) Warna yang digunakan adalah warna yang menghasilkan visibilitas maksimum orange atau jingga.
 - 2) Material beton (*concret barrier*)
 - a) Bahan yang digunakan untuk *concret barrier* adalah beton bertulang dengan mutu beton K-250;
 - b) Terdapat saluran pembuangan air pada bagian bawah *concret barrier*
- b. Ukuran Pembagi Lajur atau Jalur setidaknya memiliki;
 - 1) Panjang minimal 120 cm;
 - 2) Lebar atas paling banyak 10cm;
 - 3) Lebar alas paling banyak 50cm;
 - 4) Tinggi paling rendah 80cm;
 - 5) Berat bersih/kosong paling sedikit 15kg;
 - 6) Terdapat pengait/ konektor.
- c. Pembagi Lajur atau Jalur dilengkapi dengan pemantul cahaya/*reftroreflektif* berwarna putih pada sisi samping yang terlihat dari dua arah lalu lintas dan berwarna kuning pada sisi atas dengan ketentuan memenuhi minimal kualifikasi ASTM D4956 Tipe IV;
- d. Pemantul cahaya/*reftroreflektif* pada sisi atas ditambahkan jika rangkaian Pembagi Lajur atau Jalur paling sedikit 4 (empat) unit dalam satu rangkaian;
- e. Pada kondisi rangkaian berikutnya belum memenuhi, maka pemantul cahaya/*reftroreflektif* sisi atas ditambahkan pada Pembagi Lajur atau Jalur yang terakhir sebagai penutup dengan ketentuan sebagai berikut;
- f. Alat pemantul cahaya/ Lembar *retroreflective*
Lembar retro reflective berbahan *microprismatic / high intensity prismatic* berwarna merah (sebelah kiri arah lalu lintas) dan berwarna putih (sebelah kanan arah lalu lintas). Nilai *retroreflective* sesuai ASTM Tipe IV

Lembaran Retroreflektif[®] Tipe IV

Sudut Pengamatan	Sudut Datang	Putih	Kuning	Oranye	Hijau	Merah	Biru	Coklat	Fluoresens Kuning-hijau	Fluoresens Kuning	Fluoresens Oranye
0.1	-4	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0.1	+30	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0.2	-4	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0.2	+30	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0.5	-4	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0.5	+30	72	54	28	10	13	6	3.5	55	40	22

*Koefisien retroreflektif (Ra) cd/fc/ft² (cd.lx-1.m-2)

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan;
- b. Pengukuran kelenturan (untuk *Water barrier*);
- c. Pengukuran mutu beton (*Concret Barrier*);

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton dengan metode *Non Destructive Test* (NDT) *hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- b. Retro reflektivitas alat pemantul cahaya;

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Tekni

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Titik Lokasi Pemasangan (dilengkapi data koordinat);
- c. Gambar teknis lain yang diperlukan

5. Tata cara penempatan serta pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menhub Nomor : PM 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 67 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.106/AJ.501/DRJD/2019 tentang Petunjuk Teknis Marka Jalan.

D. Marka Jalan berupa Alat Pengarah Lalu Lintas (*traffic cones dan tubular markers*)

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi:

- a. Rincian Spesifikasi Teknis Pembagi Lajur dan Jalur;

- b. Sertifikat Merek Pembagi Lajur dan Jalur;
- c. Sertifikat hasil uji dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi Nasional;
- d. Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM type IV atau type X1 dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*)
- e. Jaminan garansi produk.
- f. Sertifikat Pengukuran dan Pengujian
 - 1) Sertifikat hasil pengujian untuk Alat Pengarah Lalu Lintas jenis kerucut tentang *low temperature impact, stability* dan *drop* dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian dalam Negeri;
 - 2) Sertifikat hasil pengujian Alat Pengarah Lalu Lintas jenis pipa penanda tentang *low temperature impact, bending* dan *fatigue* dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian dalam Negeri.

2. Spesifikasi Teknis

- a. Bahan Pengarah Lalu Lintas
Bahan tahan terhadap benturan dengan kerusakan minimal terhadap Alat Pengarah Lalu Lintas maupun kendaraan, berupa *polyvinyl chloride* atau *medium density polyethylene* (PE).
- b. Warna Alat Pengarah Lalu Lintas
Warna yang menghasilkan visibilitas maksimum dengan menggunakan warna orange atau jingga dan dapat menyala dalam kondisi gelap.
- c. Pita reflektif
Memenuhi tingkat *retroreflektif* paling sedikit tipe IV klasifikasi lembaran reflektif pada ASTM D4956 dan perekat pita sesuai peruntukan terhadap material atau bahan kerucut lalu lintas.
- d. Jenis Alat Pengarah Lalu Lintas;
 - 1) Kerucut Lalu Lintas (*traffic cones*)
 - a) Hasil uji memenuhi standar BS 873: Part 8-1985 berupa; *low temperature impact test, stability* dan *drop test*
 - b) Ukuran sesuai kecepatan kendaraan:

Kecepatan Jalan	Tinggi minimal	Lebar alas maksimal	Berat minimal	Tinggi pita reflektif
< 60 km/jam	45 cm	50 cm	3,5 kg	–
60 – 80 km/jam	75 cm	50 cm	4,0 kg	Atas: 15 cm Bawah: 10 cm
≥ 80 km/jam	100 cm	50 cm	5,0 kg	Atas: 15 cm Tengah: 15 cm Bawah: 15 cm

2) Pipa Penanda (*tubular markers*)

a) Hasil uji memenuhi BS 873: Part 8 berupa; *low temperature impact test*, *bending test* dan *fatigue test* dan:

- (1) pipa penanda (*tubular markers*) harus memiliki saluran pembuangan air pada bagian dasar pipa penanda;
- (2) pipa penanda (*tubular markers*) harus memiliki saluran pembuangan udara agar jika tertabrak tidak menimbulkan suara ledakan.

b) Ukuran sesuai kecepatan kendaraan:

Kecepatan Jalan	Tinggi minimal	Lebar alas maksimal	Berat minimal	Tinggi pita reflektif
< 40 km/jam	45 cm	30 cm	1,3 kg	7,5 cm
≥ 40 km/jam	90 cm	30 cm	5,5 kg	Atas: 15 cm Bawah: 10 cm

c) Penempatan Alat Pengarah Lalu Lintas

Penggunaan	Kecepatan awal (km/jam)	Jarak rekomendasi maksimum (m)
Umum	≤ 50	40
Pemisah jalur pada jalan dengan 2 lajur 2 lajur (contoh penutupan sebagian atau satu lajur)	≤60	12
	≥60	18
Pemisah jalur pada jalan dengan minimal 2 lajur tanpa median (contoh penutupan sebagian lajur)	≤60	12
	≥60	18
Penggabungan lajur atau jalur (<i>merge tapers</i>)	≤60	9
	≥60	12
Pergeseran lajur atau jalur (<i>lateral shift tapers</i>)	≤60	12
	≥60	18

e. Alat pemantul cahaya/ Lembar *retroreflective*

Lembar *retroreflective* berbahan *microprismatic* / *high intensity prismatic* berwarna merah (sebelah kiri arah lalu lintas) dan berwarna putih (sebelah kanan arah lalu lintas). Nilai *retroreflective* sesuai ASTM Tipe IV

Lembaran Retroreflektif* Tipe IV

Sudut Pengamatan	Sudut Datang	Putih	Kuning	Oranye	Hijau	Merah	Biru	Coklat	Fluoresens Kuning-hijau	Fluoresens Kuning	Fluoresens Oranye
0.1	-4	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0.1	+30	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0.2	-4	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0.2	+30	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0.5	-4	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0.5	+30	72	54	28	10	13	6	3.5	55	40	22

*Koefisien retroreflektif (Ra) cd/fc/ft² (cd.lx-1.m-2)

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan;
- b. Pengukuran dimensi.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap *retroreflektiv* alat pemantul cahaya;

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Pengeboran;
- c. Gambar Titik Lokasi Pemasangan (dilengkapi data koordinat);
- d. Gambar teknis lain yang diperlukan

5. Tata cara penempatan serta pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menhub Nomor : PM 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 67 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.106/AJ.501/DRJD/2019 tentang Petunjuk Teknis Marka Jalan;

E. Rambu Lalu Lintas Konvensional

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Lembar *Retroreflektif*:
 - 1) Rincian Spesifikasi Teknis;
 - 2) Sertifikat Merek dari Kemenkumham yang masih berlaku (apabila ada) atau sertifikat/izin penggunaan merek dari pemilik merk;
 - 3) Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing

- terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- 4) Jaminan garansi produk minimal 5 (lima) tahun.
- b. Daun Rambu berbahan dasar komposit aluminium (ACP):
- 1) Rincian Spesifikasi Teknis;
 - 2) Sertifikat Merek dari Kemenkumham yang masih berlaku (apabila ada) atau sertifikat/izin penggunaan merek dari pemilik merk;
 - 3) Dokumen hasil uji komposit aluminium (ACP) yang memenuhi standard ASTM D3171 dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - 4) Jaminan garansi produk minimal 5 (lima) tahun;
- c. Daun Rambu berbahan dasar aluminium:
- 1) Rincian Spesifikasi Teknis;
 - 2) Jaminan garansi produk minimal 5 (lima) tahun;
- d. Rincian Spesifikasi Teknis Daun Rambu berbahan dasar non-logam dan melampirkan:
- 1) Rincian Spesifikasi Teknis;
 - 2) Sertifikat Merek dari Kemenkumham yang masih berlaku (apabila ada) atau sertifikat/izin penggunaan merek dari pemilik merk;
 - 3) Dokumen hasil uji yang memenuhi standard setara ASTM G.53-88; kelembapan nisbi, dengan metode uji setara ASTM D.2247-87; asam, dengan metoda uji setara ASTM D.1308-87; kelapukan; dan uji mekanik meliputi, daya lengkung dan patah dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - 4) Tebal minimal 2mm;
 - 5) Jaminan garansi produk minimal 5 (lima) tahun;
- e. Tiang Rambu:
- 1) Rincian Spesifikasi Teknis Tiang Rambu;
 - 2) Pelapisan anti korosi dan oksidan dengan metode galvanisasi berupa proses *hot dip galvanized*
- f. Metode Pekerjaan:
- a) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design (CAD)* yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail tiang rambu, daun rambu, piktogram, *base plate*, *bracket* dan rangka pondasi;
 - b) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan rambu lalu lintas jalan secara terperinci;
 - c) Melaksanakan uji beton pondasi, uji pelapisan galvanis tiang;

2. Spesifikasi Teknis

a. Jenis Rambu

1) Peringatan

- a) peringatan perubahan kondisi alinyemen horizontal;
- b) peringatan perubahan kondisi alinyemen vertikal;

- c) peringatan kondisi jalan yang berbahaya;
- d) peringatan pengaturan lalu lintas;
- e) peringatan lalu lintas kendaraan bermotor;
- f) peringatan selain lalu lintas kendaraan bermotor;
- g) peringatan kawasan rawan bencana;
- h) peringatan lainnya;
- i) peringatan dengan kata-kata;
- j) keterangan tambahan tentang jarak lokasi kritis; dan
- k) peringatan pengarah gerakan lalu lintas.

2) Larangan:

- a) larangan berjalan terus;
- b) larangan masuk;
- c) larangan parkir dan berhenti;
- d) larangan pergerakan lalu lintas tertentu;
- e) larangan membunyikan isyarat suara;
- f) larangan dengan kata-kata; dan
- g) larangan batas akhir larangan.

3) Perintah;

- a) perintah mematuhi arah yang ditunjuk
terdiri atas rambu perintah mengikuti ke arah kiri, perintah mengikuti ke arah kanan, perintah belok ke arah kiri, perintah belok ke arah kanan, perintah berjalan lurus dan perintah mengikuti arah yang ditunjukkan saat memasuki bundaran;
- b) perintah memilih salah satu arah yang ditunjuk;
terdiri atas rambu perintah memilih lurus atau belok kiri; dan perintah memilih lurus atau belok kanan.
- c) perintah memasuki bagian jalan tertentu;
terdiri atas rambu perintah memasuki jalur atau lajur yang ditunjuk; dan perintah pilihan memasuki salah satu jalur atau lajur yang ditunjuk.
- d) perintah batas minimum kecepatan;
adalah rambu kecepatan minimum yang diperintahkan.
- e) perintah penggunaan rantai ban;
- f) perintah menggunakan jalur atau lajur lalu lintas khusus;
terdiri atas rambu perintah menggunakan jalur atau lajur lalu lintas khusus kendaraan bermotor, dan perintah menggunakan jalur atau lajur lalu lintas khusus kendaraan tidak bermotor.
- g) batas akhir perintah tertentu; dan
terdiri atas rambu batas akhir kecepatan minimum yang diperintahkan, dan batas akhir perintah menggunakan rantai khusus ban.
- h) perintah dengan kata-kata
digunakan dalam hal tidak terdapat lambang untuk menyatakan perintah yang wajib dilakukan oleh Pengguna Jalan, antara lain rambu perintah dengan kata-kata "BELOK KIRI LANGSUNG" dan "BUS DAN TRUK GUNAKAN LAJUR KIRI"

4) Petunjuk;

a) petunjuk pendahulu jurusan

Terdiri atas pendahulu petunjuk jurusan pada persimpangan di depan; pendahulu petunjuk jurusan yang menunjukkan jurusan yang dituju; pendahulu petunjuk jurusan yang menunjukkan jalur atau lajur untuk mencapai jurusan yang dituju pada pintu keluar jalan tol; pendahulu petunjuk jurusan yang menunjukkan jalur atau lajur sebelah kiri untuk mencapai jurusan yang dituju; pendahulu petunjuk jurusan yang menunjukkan jalur atau lajur sebelah kanan untuk mencapai jurusan yang dituju; dan pendahulu petunjuk jurusan yang menunjukkan jarak jurusan yang dituju.

b) petunjuk jurusan;

Terdiri atas petunjuk jurusan wilayah dan lokasi tertentu; dan petunjuk jurusan khusus lokasi dan kawasan wisata.

c) petunjuk batas wilayah;

Terdiri atas petunjuk batas awal wilayah; dan petunjuk batas akhir wilayah.

d) petunjuk batas jalan tol;

Terdiri atas petunjuk batas awal jalan tol; petunjuk batas akhir jalan tol; petunjuk batas awal jalan tol lingkaran dalam; dan petunjuk batas akhir jalan tol lingkaran dalam.

e) petunjuk lokasi utilitas umum;

Terdiri atas petunjuk lokasi simpul transportasi; petunjuk lokasi fasilitas kebersihan; petunjuk lokasi fasilitas komunikasi; petunjuk lokasi fasilitas pemberhentian angkutan umum; petunjuk lokasi fasilitas penyeberangan pejalan kaki; petunjuk lokasi fasilitas parkir; petunjuk terowongan; dan petunjuk fasilitas tanggap bencana

f) petunjuk lokasi fasilitas sosial;

Terdiri atas petunjuk lokasi peribadatan; petunjuk lokasi pemerintahan dan pelayanan umum; petunjuk lokasi perbelanjaan dan niaga; petunjuk lokasi rekreasi dan kebudayaan; petunjuk lokasi sarana olahraga dan lapangan terbuka; dan petunjuk lokasi fasilitas pendidikan.

g) petunjuk pengaturan lalu lintas;

Terdiri atas petunjuk sistem satu arah; petunjuk sistem satu arah ke kiri; petunjuk sistem satu arah ke kanan; petunjuk jalan buntu di depan; petunjuk jalan buntu pada belokan sebelah kanan; petunjuk mendapatkan prioritas melanjutkan perjalanan dari arah berlawanan; petunjuk lokasi putar balik; petunjuk awal bagian jalan untuk kendaraan bermotor; dan petunjuk akhir bagian jalan untuk kendaraan bermotor.

h) petunjuk dengan kata-kata; dan

digunakan dalam hal tidak terdapat lambang untuk memandu Pengguna Jalan saat melakukan perjalanan atau untuk memberikan

informasi lain kepada Pengguna Jalan, antara lain rambu petunjuk dengan kata-kata “KAWASAN TERTIB LALU LINTAS”.

i) papan nama jalan.

b. Ukuran Daun Rambu

1) Kecil;

Daun rambu ukuran kecil dipasang pada jalan dengan kecepatan rencana sampai dengan 30 (tiga puluh) kilometer per jam.

2) Sedang;

Daun rambu ukuran sedang dipasang pada jalan dengan kecepatan rencana sampai dengan 60 (enam puluh) kilometer per jam.

3) Besar;

Daun rambu ukuran sedang dipasang pada jalan dengan kecepatan rencana sampai dengan 80 (delapan puluh) kilometer per jam.

4) Sangat Besar.

Daun rambu ukuran sedang dipasang pada jalan dengan kecepatan rencana lebih dari 80 (delapan puluh) kilometer per jam.

Penjelasan dan keterangan lebih lanjut tentang Bentuk, lambang, warna, arti, ukuran daun rambu, serta ukuran dan jenis huruf, angka, dan simbol rambu larangan tercantum dalam Tabel III Lampiran dari Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM.13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas.

c. Bahan Daun Rambu

1) Plat Aluminium;

Memiliki ketebalan minimal 2,0 mm (termasuk *reflective sheeting*)

2) Logam lainnya;

Bahan logam lainnya merupakan bahan logam tertentu selain aluminium dengan syarat :

a) tahan terhadap proses korosi dan oksidasi, dengan atau tanpa pencegah korosi dan oksidasi, termasuk bagian untuk sambungan baut;

b) mempunyai tebal minimal 0,8 mm

3) Komposit aluminium (ACP)

Memiliki ketebalan minimal 3,0 mm

4) Non Logam.

Bahan non logam merupakan bahan non logam tertentu dengan syarat-syarat bahan

a) Bahan yang digunakan sudah mempunyai hasil uji dari laboratorium pengujian yang terakreditasi secara Nasional/Internasional tentang ketahanan terhadap:

➤ cuaca, dengan metode uji setara ASTM G.53-88;

➤ kelembapan nisbi, dengan metode uji setara ASTM D.2247-87;

➤ asam, dengan metoda uji setara ASTM D.1308-87;

➤ kelapukan;

➤ uji mekanik meliputi, daya lengkung dan patah

b) mempunyai tebal minimal 2,0 mm

Seluruh bahan daun rambu yang akan digunakan sudah mempunyai hasil uji dari laboratorium pengujian yang terakreditasi secara Nasional/Internasional.

d. Lembaran Reflektif
Tipe dan Warna

Lembaran Retroreflektif^a Tipe IV

Sudut Pengamatan	Sudut Datang	Putih	Kuning	Oranye	Hijau	Merah	Biru	Coklat	Fluoresens Kuning-hijau	Fluoresens Kuning	Fluoresens Oranye
0.1	-4	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0.1	+30	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0.2	-4	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0.2	+30	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0.5	-4	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0.5	+30	72	54	28	10	13	6	3.5	55	40	22

^aKoefisien retroreflektif (Ra) cd/fc/ft² (cd.lx-1.m-2)

Lembaran Retroreflektif^a Tipe IX

Sudut Pengamatan	Sudut Datang	Putih	Kuning	Oranye	Hijau	Merah	Biru	Fluoresens Kuning-hijau	Fluoresens Kuning	Fluoresens Oranye
0.1	-4	660	500	250	66	130	30	530	400	200
0.1	+30	370	280	140	37	74	17	300	220	110
0.2	-4	380	285	145	38	76	17	300	230	115
0.2	+30	215	162	82	22	43	10	170	130	65
0.5	-4	240	180	90	24	48	11	190	145	72
0.5	+30	135	100	50	14	27	6.0	110	81	41
1.0	-4	80	60	30	8.0	16	3.6	64	48	24
1.0	+30	45	34	17	4.5	9.0	2.0	36	27	14

^aKoefisien retroreflektif (Ra) cd/fc/ft² (cd.lx-1.m-2)

Dengan ketentuan:

- 1) nilai sudut pengamatan yang digunakan 0.2⁰ dan 0.5⁰, sedangkan sudut datang yang digunakan -4⁰.
- 2) khusus untuk rambu larangan berupa kata-kata dengan warna dasar putih dan tulisan warna merah, nilai retroreflektif untuk warna merah harus lebih tinggi daripada nilai retroreflektif warna putih. Nilai retroreflektif warna putih minimal ASTM Tipe IV.
- 3) permukaan lembaran reflektif rata dan halus serta bagian belakang dilengkapi dengan perekat
- 4) permukaan lembaran reflektif rata dan halus serta bagian belakang dilengkapi dengan perekat berjenis precoated adhesive;

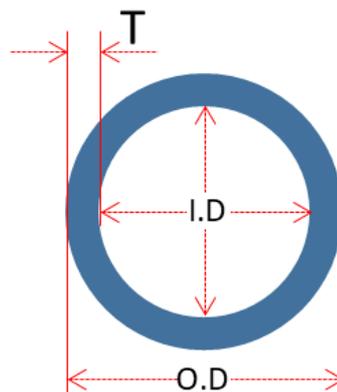
e. Jenis Tiang Rambu

1) Tiang Tunggal

- a) Pipa utuh/tanpa sambungan/las (*seamless*);
- b) Jenis pipa medium hitam (*zinc coated/hot dip galvanized finishing*) bulat diameter minimal (2") ditutup rapat dengan plat besi;
- c) Jenis besi profil H 100 ukuran 100 mm x 100 mm x 6 mm x 8 mm;
- d) Jenis besi profil U ukuran 80 mm x 45 mm x 5 mm (U80) tebal 5 mm
- e) Jumlah angkur minimal 2 batang besi siku 3x30x30 mm yang dilas pada tiang rambu dengan bersilang

- f) Rangka rambu tempat menempelkan daun rambu menggunakan besi siku minimal 3x30x30 mm
 - g) Bahan tiang dengan beton minimal dengan mutu beton K-250 dan berbentuk H (panjang sesuai dengan ukuran bahan tiang dari besi).
 - h) Ukuran pondasi yang pengecoran: ukuran atas 250 mm x 250 mm, bawah 400 mm x 400 mm, kedalaman 600 mm;
 - i) Mutu beton pondasi minimal K-175
 - j) Panjang tiang terbenam pondasi 600 mm;
 - k) Bagian dasar galian pondasi diberi lapisan pasir yang dipadatkan dengan ketebalan 100 mm
 - l) Tinggi bagian pondasi di atas permukaan tanah 100 mm
- 2) Tiang F dan kupu-kupu (tiang tunggal)
- a) Pipa utuh/tanpa sambungan (*seamless*);
 - b) Tiang vertical, horizontal dan diagonal menggunakan ukuran pipa bulat sebagaimana dalam tabel ukuran tiang untuk rambu konvensional dalam spesifikasi teknis ini, dan pipa ditutup rapat dengan plat besi dan dilakukan *hot dip galvanized finishing* (jenis diameter tiang disesuaikan dengan desain teknis dokumen penawaran yang ditawarkan);
 - c) Base plate tiang dilas dengan plat, tebal minimal plat 12 mm untuk dudukan angkur baut, dengan jumlah minimal 4 angkur baut dari bahan besi beton dengan ukuran diameter 20 mm, panjang 600 mm.
 - d) Rangka rambu tempat menempelkan daun rambu menggunakan besi siku minimal 3x30x30 mm
 - e) Sambungan tiang rambu dengan lengan daun rambu (*flange* dan *bracket*) menggunakan pengikat untuk memperkuat sambungan menjadi kaku dan kuat;
 - f) Ukuran pondasi dengan bekisting dengan ukuran atas 600 mm x 600 mm, bawah 600 mm x 600 mm, kedalaman 1150 mm.
 - g) Permukaan pondasi dipasang base plate sejenis dengan tiang dengan ukuran 400x400mm, tebal minimal plat 12 mm untuk dudukan angkur baut, dengan jumlah minimal 4 angkur baut dengan ukuran diameter 20 mm, panjang 600 mm;
 - h) Mutu beton pondasi minimal K-250
 - i) Bagian dasar galian pondasi diberi lapisan pasir yang dipadatkan dengan ketebalan 150 mm
 - j) Bagian pondasi di atas permukaan tanah 200 mm atau disesuaikan dengan permukaan tanah dan jalan.
- 3) Tiang gawang/portal atau gantri dengan tiang ganda atau lebih
- a) Pipa utuh/tanpa sambungan/las (*seamless*);
 - b) Tiang vertical, horizontal dan diagonal menggunakan ukuran pipa bulat sebagaimana dalam tabel ukuran tiang untuk rambu konvensional dalam spesifikasi teknis ini, dan pipa ditutup rapat dengan plat besi dan dilakukan *hot dip galvanized finishing* (jenis diameter tiang disesuaikan dengan desain teknis dokumen penawaran yang ditawarkan).

- c) Rangka rambu tempat menempelkan daun rambu menggunakan besi siku minimal 3x30x30 mm
 - d) Sambungan tiang rambu dengan lengan daun rambu (*flange dan bracket*) menggunakan pengikat untuk memperkuat sambungan menjadi kaku dan kuat.
 - e) Ukuran pondasi dengan bekisting dengan ukuran atas 800 mm x 800 mm, bawah 800 mm x 800 mm, kedalaman 1950 mm, atau disesuaikan dengan bentangan portal (ukuran pondasi dan desain berdasarkan hasil kajian masing-masing calon penyedia yang tertuang dalam dokumen penawarannya);
 - f) Mutu beton pondasi minimal K-250
 - g) Permukaan pondasi dipasang plat logam sejenis dengan tiang dengan ukuran 650x650mm, tebal minimal plat 22 mm untuk dudukan angkur baut, dengan jumlah minimal 6 angkur baut dengan ukuran diameter 22mm, panjang 1000mm (ukuran dan desain berdasarkan hasil kajian masing-masing calon penyedia yang tertuang dalam dokumen penawarannya);
 - h) Bagian pondasi di atas permukaan tahan 200 mm, atau disesuaikan dengan permukaan tanah dan jalan
- 4) Tiang Rambu Sementara
- a) Jenis pipa bulat diameter minimal (2") atau besi hollow tebal minimal 20 mm x 20 mm x 2 mm;
 - b) Desain dan ukuran disesuaikan dengan penawaran;
- 5) Ukuran pipa bulat untuk tiang konvensional



T : Tebal Pipa (*Thickness*)
 I.D : Diameter Dalam (*Inside diameter*)
 O.D : Diameter Luar (*Outside diameter*)
 W : Bobot (*Weight*)

Inch	O.D (mm)	I.D (mm)	T (mm)	W (Kg/m)
1/8	10,3	6,84	1,73	0,37
1/4	13,7	9,22	2,24	0,63
1/2	21,3	15,76	2,77	1,27
3/4	25,7	20,96	2,87	1,69
1	33,4	26,64	3,38	2,5
1.1/4	42,2	35,08	3,56	3,39

1.1/2	43,3	40,94	3,68	4,05
2	60,3	52,48	3,91	5,44
2.1/2	73,0	62,68	5,16	8,63
3	88,9	77,92	5,49	11,29
4	114,3	108,28	6,02	16,08
5	141,3	128,20	6,55	21,77
6	168,3	154,08	7,11	28,26
8	219,1	202,74	8,18	42,55
10	273,0	254,46	9,27	60,29
12	323,28	303,18	10,31	79,71
14	355,6	333,34	11,13	94,55
16	406,4	381	12,70	123,31

Tabel ukuran tiang rambu lalu lintas konvensional

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- c. Pengukuran ketebalan pelat dan pipa sebelum fabrikasi pipa;
- d. Verifikasi ketebalan *zinc coating (galvanized)* tiang;
- e. Pengukuran ketebalan pelat daun rambu Alluminum Composite Panel (ACP);
- f. Pengukuran dimensi pondasi.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- b. Kekuatan tarik tiang utama, lengan tiang, *bracket*, dan *base plate* (uji laboratorium);
- c. Retro reflektivitas alat pemantul cahaya;

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis.

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambaran Rencana Umum;
- b. Gambar Rencana Tiang;
- c. Gambar Kontruksi Pemasangan;
- d. Gambar Pondasi;
- e. Gambar Titik Lokasi Pemasangan (dilengkapi data koordinat);
- f. Gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata cara penempatan serta pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 13 Tahun 2014 tentang Rambu – Rambu Lalu Lintas

Jalan dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.7234/AJ.401/DRJD/2013 tentang Petunjuk Teknis Perlengkapan Jalan.

F. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) Otonom Standard, APILL Otonom Cerdas, APILL Pejalan Kaki dan *Warning Lith* Konvensional.

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

a) Luminer:

- 1) Spesifikasi Teknis Luminer;
- 2) Sertifikat Merk Luminer dari Kemenkumham yang masih berlaku;
- 3) Sertifikat TKDN untuk komponen utama (luminer) nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) ditambah nilai Bobot Manfaat Perusahaan (BMP) paling sedikit 40% (empat puluh persen) Termasuk BMP;
- 4) Sertifikat yang diterbitkan dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN) meliputi:
 - (a) Sertifikat ISO 9001:2015
 - (b) Sertifikat/hasil Uji Intensitas Cahaya (Fotometri) Minimal 500 Cd untuk luminer bulat penuh 30 cm atau minimal 300 Cd untuk luminer bulat penuh 20cm
 - (c) Sertifikat/hasil uji *ingress protection* (IP) untuk luminer, minimal IP55;
 - (d) Sertifikat/hasil uji *ingress protection* (IP) untuk rumah perangkat kedali APILL minimal IP55
 - (e) Sertifikat/hasil uji IK rating (*impact protection*) untuk rumah lampu, minimal IK08;
 - (f) Sertifikat/hasil uji tahan getaran untuk luminer, standar uji SNI IEC 60598;
- 5) Sertifikat/hasil uji *electromagnetic compatibility* (EMC) yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- 6) Jaminan garansi minimal 3 (tiga) tahun untuk produk luminer;
- 7) Jaminan ketersediaan suku cadang minimal 5 (lima) tahun;
- 8) Garansi produk beroperasi normal selama minimal 3 (tiga) tahun

b) Perangkat Kendali APILL:

- 1) Rician Spesifikasi Teknis Perangkat Kendali APILL;
- 2) Sertifikat *ingress protection* (IP) untuk rumah perangkat kedali APILL minimal IP55 dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);

c) Bangunan Pondasi

- 1) Rincian spesifikasi teknis bangunan pondasi;
- 2) Bangunan pondasi dengan mutu beton minimal K-250 untuk tiang utama dan minimal K-125 untuk tiang pengaman;

- 3) Melaksanakan kegiatan uji mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test* (NDT) *hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder)
- d) Kabel
- 1) Rincian spesifikasi teknis kabel;
 - 2) Menggunakan kabel yang memenuhi standard SNI dan penyambungan dengan menggunakan kode nomenklatur menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 sesuai spesifikasi teknis yang dipersyaratkan;
 - 3) Menggunakan isolator dari bahan *thermoplastik* atau *polyvinyl chloride* (PVC), *polyethylene* (XLPE) dan/atau *ethylene propylene rubber* (EPR) dengan suhu penghantar paling tinggi 70 (tujuh puluh) derajat celsius;
 - 4) Pelaksanaan penyambungan catu daya PLN dan Pemasangan Kwh Meter (apabila belum ada)
- e) Tiang APILL:
- 1) Rincian Spesifikasi Teknis Tiang;
 - 2) Sertifikat/hasil uji untuk tiang penyangga dengan *Yield Strength* 245 M.Pa dan *Tensile Strength* minimal 400 M.Pa dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - 3) Material tiang oktagon dengan menggunakan bahan *structural steel* SS400 atau yang setara;
 - 4) Pelapisan galvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron;
 - 5) Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);
 - 6) Garansi umur teknis tiang utama minimal 20 (dua puluh) tahun.
- f) Pembumian
- 1) Rincian spesifikasi system pembumian;
 - 2) System penyambungan dengan pengelasan dan diterminasi dengan bahan tembaga
- g) Metode Pekerjaan:
- 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design* (CAD) yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail tiang APILL, luminer, *wiring diagram* lengkap, metering, sistem pembumian, sistem koneksi dari sumber kelistrikan, dari *base plate*, *bracket* dan rangka pondasi;
 - 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan APILL Otonom secara terperinci, menyampaikan sekurang-kurangnya manual operasi (gambaran umum, spesifikasi umum, instalasi,

deskripsi operasi, deskripsi set-up dan program) dan manual pemeliharaan (pemeliharaan preventif, analisa pemasalahan, analisa trouble shooting, pengukuran tegangan);

- 3) Melaksanakan uji beton pondasi, uji pelapisan galvanis tiang, uji kekuatan cahaya berupa pancaran dan pantulan, uji pemerataan cahaya;

2. Spesifikasi Teknis

- a. Komponen Utama APILL Otonom Standar dan APILL Otonom serta komponen tambahan APILL Otonom meliputi:

- 1) Komponen utama APILL Otonom Standar, *Warning Light* dan APILL Pejalan Kaki terdiri atas:

- a) luminer;
- b) tiang penyangga;
- c) bangunan konstruksi pondasi;
- d) perangkat kendali; dan
- e) kabel instalasi.

- 2) Komponen utama APILL Otonom Cerdas terdiri atas:

- a) luminer;
- b) tiang penyangga;
- c) bangunan konstruksi pondasi;
- d) perangkat kendali;
- e) kabel instalasi;
- f) alat pendeteksi kendaraan;
- g) kamera pemantau lalu lintas.

- 3) Komponen utama APILL Otonom *Warning Light* terdiri atas:

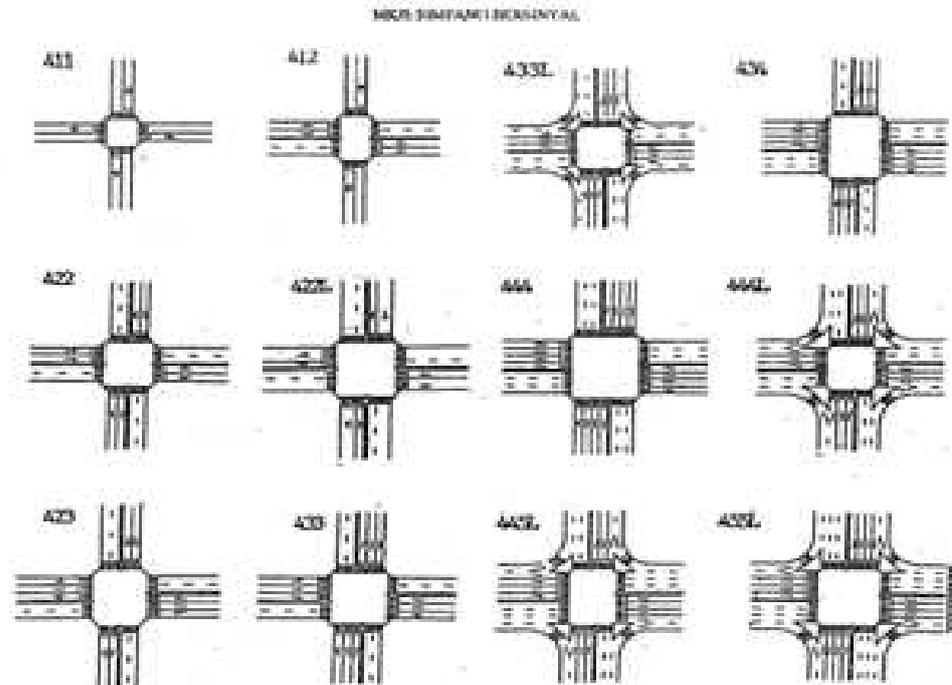
- h) luminer;
- i) tiang penyangga;
- j) bangunan konstruksi pondasi;
- k) perangkat kendali;
- l) kabel instalasi;
- m) alat pendeteksi kendaraan;
- n) kamera pemantau lalu lintas

- 4) Komponen tambahan APILL Otonom berupa:

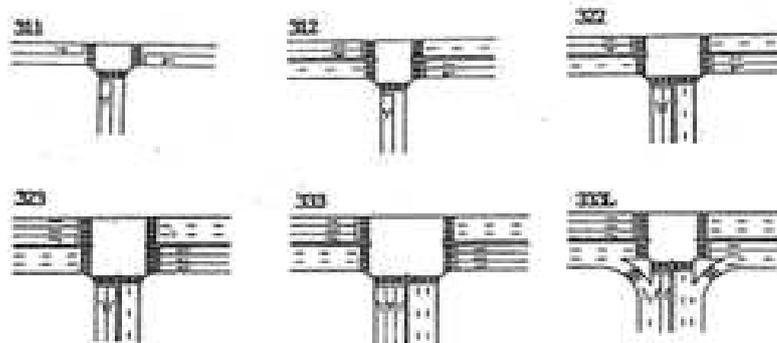
- a) *Display Information System* (DIS);
- b) alat pemantau kecepatan dan volume lalu lintas.

- b. Jenis Simpang Bersinyal

Jenis simpang bersinya dapat terbagi menjadi beberapa jenis simpang dan lengan, sedangkan gerakan lalu lintas pada simpang terdapat gerakan belok kiri menerus (LTOR), adapun masing-masing jenis simpang sebagai berikut:



Gambar 2.3.2.1 Jenis-jenis simbang empat lengan



Gambar 2.3.2.2 Jenis-jenis simbang tiga lengan

c. Luminer

1) Spesifikasi Umum

- a) Lampu tidak boleh menyebabkan gangguan keselamatan pada saat mengalami kondisi gangguan atau kerusakan yang dapat terjadi dalam pengoperasiannya.
- b) Permukaan tidak mengkilap dan tidak silau jika kena sinar matahari atau lampu kendaraan
- c) Komponen optis dapat digunakan untuk menampilkan pictogram panah, pejalan kaki, bus, dan / atau sepeda.

2) Spesifikasi Teknis

- a) Jenis Lampu : LED (*Light Emitting Diode*)
 - (1) Warna merah : 615 ~ 630 nm
 - (2) Warna kuning : 585 ~ 595 nm
 - (3) Warna hijau : 495 ~ 515 nm
 - (4) Umur lampu : minimal 50.000 jam
- b) Ukuran Lampu : Diameter 20 cm dan/atau 30 cm

- c) Intensitas Lampu
 - (1) Ø 20 cm : minimal 300 candela
 - (2) Ø 30 cm : minimal 500 candela
- d) Tegangan kerja : 12 / 24 Volt DC +/- 5%
atau 220 VAC +/- 10% frekuensi 50Hz dilengkapi dengan pengamanan tegangan dan arus lebih.
- e) Kondisi kerja
 - (1) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
 - (2) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
- f) Rumah lampu/ armature
 - (1) Terbuat dari bahan plat alumunium, atau plastic ABS, atau polycarbonate, tebal minimal 1,8 mm.
 - (2) Bentuk setiap aspek (box) harus sama, sehingga dapat dipertukarkan tempatnya
 - (3) Lensa dilengkapi karet penahan, menggunakan bahan tahan panas, berwarna bening, dengan diameter 20 – 30 cm dan anti efek phantom.
 - (4) Dilengkapi dengan penambat luminer pada tiang penyangga.
 - (5) *Ingress Protection* : minimal IP 55
 - (6) Dilengkapi dengan stiker perlengkapan jalan.
- g) Pemasangan
 - (1) Minimal 500 cm dari permukaan ruang manfaat jalan tertinggi sampai dengan sisi armatur bagian bawah.
 - (2) Pada sebelah kiri lajur lalu lintas, minimal 300 cm dari permukaan jalan tertinggi sampai dengan sisi armatur bagian bawah.
 - (3) Lampu tiga warna, dengan susunan vertikal, berurutan dari atas ke bawah berwarna merah, kuning dan hijau.
 - (4) Lampu tiga warna, dengan susunan horizontal, dari sudut pandang pengguna jalan, berurutan dari kanan ke kiri berwarna merah, kuning dan hijau.

d. Kabel Instalasi

1) Lingkup Instalasi Kabel

Kabel Instalasi adalah komponen dari APILL yang berfungsi untuk menyambungkan antara Perangkat Kendali dengan lampu aspek dan sumber tenaga.

Kabel diletakkan di dalam pipa pelindung jenis besi galvanis atau HDPE atau pipa PVC diameter 2 sampai dengan 4 inchi yang bagian dalamnya harus halus untuk mencegah terjadinya kerusakan kabel pada waktu pemasanga, pipa pelindung mengambil tempat tidak boleh lebih dari 50 % seluruh luas pipa bagian dalam.

Kabel daya/tenaga APILL Menggunakan kabel NYBY / NYFGBY 4 x 2,5 mm² untuk tegangan PLN 220 Volt. AC, sedangkan kabel penghubungan luminer menggunakan NYHY minimal 3x0,75mm².

Kabel dalam tiang penyangga menggunakan NYHY 4x0,75mm²,

Kode nomenklatur kabel menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 yang digunakan dalam Spesifikasi Teknis ini adalah:

N : kabel standar konduktor tembaga

NA : kabel standar konduktor aluminium

Y : selubung isolasi dari bahan PVC

A : berinti tunggal

M : berinti lebih dari satu (kabel pilin / twisted)

F : pelindung dari kawat baja pipih

Gb : pelindung dari spiral plat baja

Kabel dalam Spesifikasi Teknis ini meliputi:

- 1) kabel distribusi daya;
- 2) Kabel tanah;
- 3) kabel instalasi penghantar arus antar komponen;
- 4) kabel instalasi sistem pembumian; dan
- 5) kabel instalasi bawaan komponen.

Kabel tanah

- 1) Jenis kabel NYBY atau NYFGBY.
- 2) Kabel Tanah untuk Tiang Lurus menggunakan NYBY 12 x 1,5mm², masing-masing sinyal lumener terhubung langsung dengan perangkat kendali (volume kabel disesuaikan dengan jumlah lumener dan tipe simpang);
- 3) Jumlah core 4 sampai dengan 16 core
- 4) Luas penampang tiap core, minimal 1,5 mm²
- 5) Tiap-tiap core, dilengkapi dengan penandaan.
- 6) Diletakkan di dalam pipa pelindung, dan tidak boleh mengambil tempat lebih dari 70% seluruh luas pipa bagian dalam.
- 7) Kabel diletakkan di dalam pipa pelindung kabel yang ditanam 80 centimeter di bawah permukaan jalan tanah.
- 8) Kabel Tanah untuk Tiang Overhead menggunakan NYBY 16 x 1,5mm², masing-masing sinyal lumener terhubung langsung dengan perangkat kendali (volume kabel disesuaikan dengan jumlah lumener dan tipe simpang)

Tidak diperkenankan menyambung kabel, terutama di bawah tanah

Kabel distribusi daya sebagaimana dimaksud berupa:

- 1) kabel distribusi daya lintas udara; dan
- 2) kabel distribusi daya bawah tanah atau tanam.

Kabel instalasi penghantar arus antar komponen wajib menyesuaikan dengan kebutuhan:

- 1) jumlah fase;
- 2) luas penampang;
- 3) jenis insulasi;
- 4) suhu operasi; dan
- 5) kondisi lingkungan.

Pengadaan dan pemasangan APILL wajib dilengkapi dengan diagram pemasangan kabel atau *wiring diagram* secara lengkap dan disertai dengan kode spesifikasi kabel yang digunakan.

Kabel instalasi memiliki spesifikasi bahan sebagai berikut :

- 1) konduktor;
- 2) isolator; dan
- 3) lapisan pelindung luar.

Konduktor kabel instalasi merupakan bahan penghantar arus listrik berupa kabel berinti tunggal atau berinti banyak (*twisted pair*) yang terbuat dari bahan tembaga atau aluminium.

Isolator merupakan bahan dielektrik sebagai sekat pemisah kontak langsung antara penghantar dan lingkungan yang terbuat dari bahan *thermoplastik atau polyvinyl chloride (PVC)*, *polyethylene (XLPE)* dan/atau *ethylene propylene rubber (EPR)* dengan suhu penghantar paling tinggi 70 (tujuh puluh) derajat celcius.

Lapisan pelindung luar sebagaimana dimaksud di atas merupakan lapisan yang memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis, bahan kimia, api, dan pengaruh luar yang merugikan.

Kabel dipakai dan dipilih dengan mempertimbangkan:

- 1) Kemampuan Hantar Arus (KHA);
- 2) Kondisi lingkungan pemakaian;
- 3) suhu operasi dan suhu lingkungan.

Kabel diberikan standar pewarnaan sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yaitu:

- 1) kabel tenaga dengan warna:
 - a) coklat;
 - b) hitam;
 - c) kuning; dan
 - d) merah;
- 2) kabel penghantar netral berwarna biru; dan
- 3) kabel pembumian atau earthing berwarna kuning bergaris hijau.

Kemampuan Hantar Arus (KHA) ditentukan berdasarkan besar tegangan dan kuat arus yang mengalir dalam satuan luas penampang inti dan dinyatakan dalam milimeter persegi.

Luas penampang inti penghantar arus ditentukan dengan mempertimbangkan :

- 1) suhu maksimum yang diizinkan;
- 2) susut tegangan yang diizinkan;
- 3) stres elektromagnetis yang mungkin terjadi akibat hubung pendek atau short circuit,
- 4) stres mekanis; dan
- 5) impedansi maksimum.

Seluruh kabel yang digunakan untuk pemasangan APILL wajib telah terdaftar dan memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) berikut dengan perubahannya.

Spesifikasi teknis kabel penghantar adalah sebagai berikut:

KABEL INSTALASI PENGHANTAR	
Penggunaan	Saluran instalasi internal

Standar kualitas	Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 84/M-IND/PER/ 10/2014 SNI IEC 60502- 1 2009
Kapasitas hantar arus (KHA)	Disesuaikan dengan table KHA PUIL 2011 (tabel B.52-1)
Bahan	Tembaga
Type	NYA atau NYM(PUIL 2011)
Ukuran penampang	1,5 s/d 4 mm ²
Jenis inti kabel	Inti tunggal atau pilinan (<i>twisted</i>)
Jumlah inti	1 atau lebih
Insulasi	PVC

Catatan :

Luas penampang penghantar arus ditentukan berdasarkan:

- a) Suhu maksimum yang diizinkan
- b) Susut tegangan yang diizinkan
- c) Stres elektromagnetik akibat hubungan pendek
- d) Stres mekanis yang mungkin dialami penghantar
- e) *Impedans* maksimum berkenaan dengan berfungsinya proteksi hubungan pendek

2) Konektor kabel

Konektor kabel berupa:

- a) sambungan baut;
- b) sambungan solder;
- c) sambungan clamp;
- d) sambungan tusuk kontak dan kotak kontak; dan
- e) sambungan puntir atau sambungan *emergency*, dengan ketentuan hanya untuk ukuran penghantar paling besar 2,5 (dua koma lima) milimeter persegi.

Konektor kabel terbuat dari bahan aluminium atau tembaga yang tahan terhadap lingkungan asam serta tahan terhadap suhu tinggi apabila terjadi hubung pendek.

3) Terminal

- a) terminal penghantar; dan
- b) terminal pembumian;

Terminal harus memiliki dudukan yang terbuat dari bahan yang tidak mudah pecah atau rusak oleh gaya mekanis dan gaya termis, akibat dari penghantar yang disambung pada terminal

4) Pembumian

Kabel instalasi sistem pembumian (*earthing*) ditentukan berdasarkan sifat kondisi tahanan tanah di lokasi pemasangan sampai diperoleh tahanan terkecil yang dapat dicapai, yaitu dengan memperhatikan:

- a) luas penampang;
- b) panjang batang; dan
- c) jumlah batang.

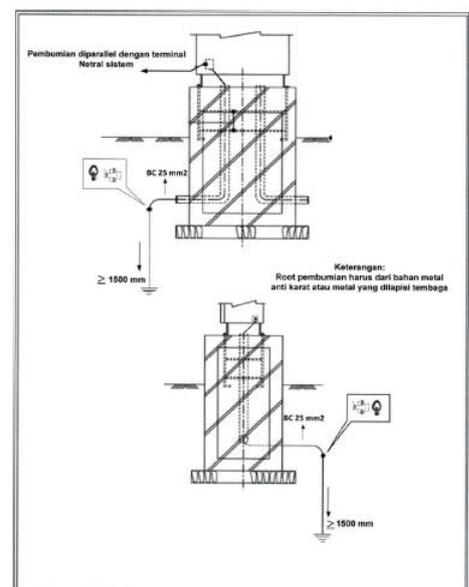
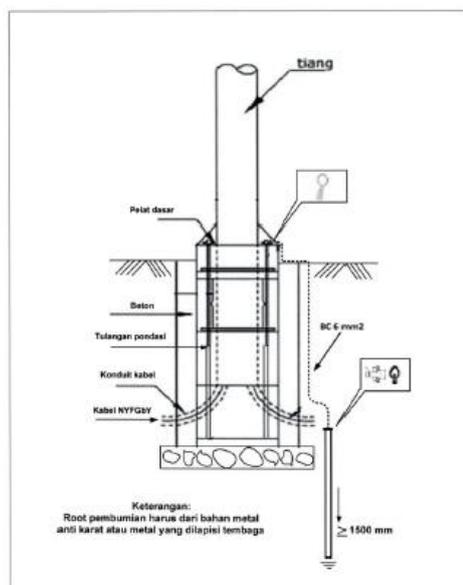
Jenis kabel tembaga pbumian (*earthing*) minimal BC-16, serta dilengkapi dengan tombak tembaga sepanjang minimal 30 centimeter dan diameter minimal 12 mm.

Kabel instalasi sistem pbumian harus memiliki tahanan sebesar 5 (lima) ohm.

Kabel instalasi bawaan komponen merupakan kabel instalasi yang menjadi bawaan fabrikasi komponen kelistrikan.

Spesifikasi teknis kabel sistem pbumian (*earthing*) adalah sebagai berikut:

KABEL SISTEM PEMBUMIAN	
ELEMEN TEKNIS	NILAI
Pbumian instalasi	TT atau TN-C-S
Metode pbumian	Dibumikan di setiap tiang dan di panel PHBK (lihat contoh Gambar)
Bahan batang konduktor	Bahan metal yang dilapisi tembaga atau bahan metal anti karat
Diameter batang konduktor	5/8" ($\pm 15,875$ mm)
Diameter kawat pbumian	Kawat <i>bare cooper</i> (BC) 25 mm ² untuk pbumian PHBK
	Kawat <i>bare cooper</i> (BC) 6 mm ² untuk pbumian tiang
Kedalaman batang	1.2 meter di bawah permukaan tanah
Nilai tahanan total	≤ 5 W
Sistem penyambungan	dilas, dipress, diterminasi dengan bahan tembaga



Contoh Sistem Pbumian

e. Alat Pendeteksi Kendaraan

Merupakan detektor yang berfungsi untuk memberikan indikasi ada dan tidaknya kendaraan disuatu area deteksi (*presence detector*). Adapun metoda deteksinya dapat menggunakan alternatif :

- 1) *Presence Detector* berbasis RADAR (*Radio Detection and Ranging*)
 - a) Jumlah area (*zona*) deteksi 1 (satu) sampai dengan 4 (empat) lajur jalan.
 - b) Keluaran (*output*)
 - (1) *Level* tegangan, merepresentasikan hasil deteksi ada tidaknya kendaraan (*presence detection*).
 - (2) Jumlah keluaran (*output*) minimal 4 (empat).
 - c) Frekuensi kerja : 24,020 ~ 24,230 GHz.
 - d) Tipe modulasi : FMCW
 - e) RF Power Maksimal : 5 mWatt (7 dBm).
 - f) Catu daya : 12 ~ 24 V DC.
 - g) Sistem konfigurasi : Melalui port antar muka (*interface*) RS-232 atau RS-485 atau USB atau *Ethernet*.
 - h) Rumah perangkat : Untuk pemasangan di luar (*outdoor*), dengan standard IP 65.
 - i) Pemasangan
 - (1) Di atas tanah/jalan (*non-intrusive*)
 - (2) Pada tiang lengkung APILL, atau
 - (3) Pada tiang siku APILL.
 - j) Kondisi kerja
 - (1) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
 - (2) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.

- 2) *Presence Detector* berbasis Video Image Detection (VID)
 - a) Jenis kamera : *Fixed Camera*.
 - b) Jumlah area (*zona*) deteksi: minimal 4 (empat) zona deteksi.
 - c) Keluaran (*output*)
 - (1) *Level* tegangan, merepresentasikan hasil deteksi ada tidaknya kendaraan (*presence detection*).
 - (2) Jumlah keluaran (*output*) : minimal 4 (empat).
 - d) Resolusi gambar : Minimal 512 x 512 *pixel*.
 - e) Metoda deteksi : *Video analytic* dan/atau *Deep Learning*
 - f) Sistem konfigurasi : Melalui port antar muka (*interface*) RS-232 atau RS-485 atau USB atau *Ethernet*.
 - g) Catu daya : 12 ~ 24 V DC.
 - h) Rumah perangkat : Untuk pemasangan di luar (*outdoor*), dengan standard IP 65.
 - i) Pemasangan
 - (1) Di atas tanah/jalan (*non-intrusive*).
 - (2) Pada tiang lengkung APILL, atau
 - (3) Pada tiang siku APILL.
 - j) Kondisi kerja
 - (1) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
 - (2) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
 - k) Dokumen pendukung : Manual instalasi, pengoperasian dan pemeliharaan.

f. Kamera Pemantau Lalu Lintas

Terdiri dari jenis alternatif kamera :

1) *Fixed* kamera

Kamera dengan pandangan (*view*) yang tetap

- a) Sensor gambar : Minimal 1/3" *Progressive Scan CMOS*.
- b) Resolusi : Minimal 2 MP (*Mega Pixel*), 1920 x 1080
- c) Sensitivitas : Maksimal 0,002 Lux
- d) Lensa : 2,8 ~ 12 mm.
- e) *Day & Night* : *IR Cut Filter*
- f) WDR : 120 dB
- g) *Image enhancement* : BLC, 3D DNR, Defog
- h) *Smart feature* : *Face detection, Line crossing detection, Intrusion detection*
- i) Kompresi video : H.264/H.265
- j) Frame rate : 25 fps.
- k) Jangkauan lampu *Infra-red*:Sampai dengan jarak 50 m.
- l) Protokol data : HTTP, RSTP, TCP, UDP, IGMP, SNMP, SMTP
- m) Kompatibilitas system: ONVIF
- n) Antar muka (*interface*): *Port Ethernet 10/100 BaseTx*
- o) Catu daya
 - (1) Tegangan masukan (input) 180~240 VAC, 50 Hz.
 - (2) Tegangan keluaran (output) 12 VDC atau PoE.
- p) Rumah perangkat : Untuk pemasangan di luar (*outdoor*), dengan standard IP 65.
- q) Pemasangan
 - (1) Pada tiang lengkung APILL, atau
 - (2) Pada tiang siku APILL, atau
 - (3) Pada tiang penyangga *Fixed-Camera*.
- r) Kondisi kerja
 - (1) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 60 derajat Celcius.
 - (2) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 90%.
- s) Dokumen pendukung: Manual instalasi, pengoperasian dan pemeliharaan.

2) PTZ-CAMERA

Kamera dengan pandangan (*view*) yang dapat diubah-ubah

- a) Sensor gambar : Minimal 1/3" *Progressive Scan CMOS*.
- b) Resolusi gambar : Minimal 2 MP (*Mega Pixel*), 1920 x 1080
- c) Sensitivitas : Maksimal 0,002 Lux
- d) *Focal lenght* (zoom): Minimal 20x
- e) Digital zoom : Minimal 10x
- f) *Pan range* : 360 derajat.

- g) *Pan speed* : 1 ~ 80 derajat/detik.
- h) *Tilt range* : 0 ~ 90 derajat.
- i) *Tilt speed* : 1 ~ 40 derajat/detik.
- j) Jumlah posisi preset: Minimal 100
- k) *Day & Night* : *IR Cut Filter*
- l) WDR : 120 dB / WDR Pro
- m) *Image enhancement* : 3D DNR, EIS, Defog, HLC/BLC
- n) *Smart feature* : *Smart Tracking, Face detection, Line crossing detection, Intrusion detection*
- o) Kompresi video : H.264 / H 265
- p) *Frame rate* : Minimal 25 fps.
- q) Jangkauan lampu *Infra-red*: Minimal sampai dengan jarak 100 m.
- r) Protokol data: HTTP, RSTP, TCP, UDP, IGMP, SNMP, SMTP
- s) Kompatibilitas sistem : ONVIF
- t) Antar muka (*interface*) : *Port Ethernet 10/100 BaseTx*
- u) Catu daya
 - (1) Tegangan masukan (*input*) 180~240 VAC, 50 Hz.
 - (2) Tegangan keluaran (*output*) 24 VAC atau High-PoE.
- v) Rumah perangkat : Untuk pemasangan di luar (*outdoor*), minimal dengan standard IP 65.
- w) Pemasangan
 - (1) Pada tiang siku APILL, atau
 - (2) Pada tiang penyangga PTZ-Camera.
- x) Kondisi kerja
 - (1) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 55 derajat Celcius.
 - (2) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 90%.
- y) Dokumen pendukung : Manual instalasi, pengoperasian dan pemeliharaan.

g. *Display Information System (DIS)*

Perangkat *Display Information System (DIS)*, merupakan perangkat display elektronik yang dipasang pada persimpangan (mulut simpang), terdiri dari :

1) *DIS Single Colour.*

Berfungsi untuk Memberikan informasi dalam bentuk rangkaian huruf, angka atau simbol.

a) Jenis tampilan informasi

- (1) Nama simpang, informasi waktu (tanggal dan jam).
- (2) Petunjuk arah nama jalan atau nama lokasi.
- (3) Kondisi lalu lintas.
- (4) Kampanye keselamatan lalu lintas.
- (5) Hitung mundur (5~7 detik) pada saat menjelang perubahan lampu merah ke hijau.

b) Perubahan tampilan informasi meliputi pengaturan secara

- (1) Secara otomatis, berdasarkan rencana program tampilan.
- (2) Secara otomatis, berdasarkan pengaturan dari Perangkat

Kendali APILL.

- (3) Berdasarkan pengaturan dari Pusat Kendali.
- c) Ukuran display : Minimal (160 x 48) cm
 - d) Modul LED
 - (1) Warna kuning (amber)
 - (2) Jarak antar pixel 10 mm.
 - e) Kecerahan : Minimal 2000 cd/m²
 - f) Antar muka (*interface*): RS-232 atau RS-485 atau *Ethernet*.
 - g) Catu daya
 - (1) Tegangan masukan (*input*) 180~240 VAC, 50 Hz.
 - (2) Tegangan keluaran (*output*) 5 VDC +/- 5% .
 - h) Rumah perangkat : Untuk pemasangan di luar (*outdoor*).
 - i) Pemasangan Pada tiang siku APILL, menggunakan minimal 3 klem
 - j) Kondisi kerja
 - (1) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 60 derajat Celcius.
 - (2) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
 - k) Dokumen pendukung : Manual instalasi, pengoperasian dan pemeliharaan.
- 2) DIS *Full Colour* / VMS
- Memberikan informasi dalam bentuk rangkaian huruf, angka, simbol atau gambar.
- a) Jenis tampilan informasi
 - (1) Nama simpang, informasi waktu (tanggal dan jam).
 - (2) Petunjuk arah nama jalan atau nama lokasi.
 - (3) Kondisi lalu lintas.
 - (4) Kampanye keselamatan lalu lintas.
 - (5) Rambu elektronik.
 - b) Perubahan tampilan informasi meliputi pengaturan secara :
 - (1) Secara otomatis, berdasarkan rencana program tampilan.
 - (2) Secara otomatis, berdasarkan pengaturan dari Perangkat Kendali APILL.
 - (3) Berdasarkan pengaturan dari Pusat Kendali.
 - c) Ukuran display : Minimal (192 x 96) cm.
 - d) Modul LED
 - (1) Tiap *pixel* terdiri dari 3 (tiga) warna yakni, merah, hijau dan biru.
 - (2) Jarak antar *pixel* 5 mm.
 - e) Kecerahan : Minimal 3000 cd/m²
 - f) Konsumsi daya : Maksimal 1000 Watt/m²
 - g) Antar muka (*interface*) : RS-232 atau RS-485 atau *Ethernet*.
 - h) Catu daya
 - (1) Tegangan masukan (*input*) 180~240 VAC, 50 Hz.
 - (2) Tegangan keluaran (*output*) 5 VDC +/- 5%
 - i) Rumah perangkat : Untuk pemasangan di luar (*outdoor*).
 - j) Pemasangan : Pada tiang siku APILL, menggunakan konstruksi rangka.

- k) Kondisi kerja
 - (1) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 60 derajat Celcius.
 - (2) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
- l) Dokumen pendukung : Manual instalasi, pengoperasian dan pemeliharaan.

3) Perangkat Kendali DIS *Full Color* / VMS

- a) Fungsi
 - (1) Mengontrol penyalaan layar display LED.
 - (2) Melakukan komunikasi data dengan Pusat Kendali.
- b) Pengendali Layar Display Merupakan perangkat berbasis *Industrial Computer*, dengan ketentuan :
 - (1) *Processor speed* : minimal 1 GHz.
 - (2) *Memory* : minimal 1 GB DDR3.
 - (3) *Storage* : eMMC minimal 2 GB.
 - (4) *Video port* : DVI-D atau HDMI.
 - (5) *Ethernet port* : minimal 100 Base-TX.
 - (6) Catu daya : 5 ~ 12 VDC.
 - (7) Aplikasi software, pengendalian layar display LED dan komunikasi dengan Pusat Kendali.
- c) Fasilitas pengaman (*protection*)
Dilengkapi dengan fasilitas pengaman berupa :
 - (1) MCB (*mini circuit breaker*), untuk pengaman arus lebih.
 - (2) Pengaman terhadap gangguan petir.
- d) Catu daya
 - (a) Tegangan masukan (*input*) 180~240 VAC, 50 Hz.
 - (b) Tegangan keluaran (*output*) 12 VDC +/- 5%
- e) Rumah perangkat
Rumah perangkat harus memenuhi :
 - (1) Rangka harus dibuat dari bahan besi siku anti karat, konstruksinya harus simetris dan halus.
 - (2) Rumah perangkat harus dari plat alumunium tebal minimal 1,8 milimeter.
 - (3) Dilengkapi dengan pintu utama, yang dapat dibuka, ditutup dan dikunci.
 - (4) Mempunyai lubang ventilasi udara yang dilengkapi penyaring udara dan anti bocor terhadap air hujan.
 - (5) Dilengkapi dengan stiker perlengkapan jalan.
- f) Pemasangan
Dapat di pasang di tiang dengan system klem, atau menggunakan pondasi dengan ketinggian minimal 50 cm di atas permukaan tanah.
- g) Kondisi kerja
 - (1) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 60 derajat Celcius.
 - (2) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
- h) Penandaan

Dilengkapi dengan papan nama, yang paling sedikit harus mencantumkan :

- (1) Jenis/tipe perangkat.
- (2) Nama pabrik pembuat.
- (3) Nomor seri.
- (4) Tahun pembuatan.
- (5) Tegangan dan frekuensi pengenalan.
- (6) Blok diagram rangkaian.

i) Dokumen pendukung: Manual instalasi, pengoperasian dan pemeliharaan.

h. *Audio Announcer* (speaker)

- 1) Jenis : Horn
- 2) Daya keluaran (output) : Minimal 15 Watt
- 3) Impedansi : Minimal 670 Ohm
- 4) Rumah perangkat : Untuk pemasangan di luar (*outdoor*).
- 5) Pemasangan
 - a) Pada tiang penyangga APILL, atau
 - b) Pada tiang penyangga PTZ-Camera.
- 6) Kondisi kerja
 - a) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 50 derajat Celcius.
 - b) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.

i. Perangkat Kendali APILL Otonom Standar (*fixed time*)

- 1) Jumlah Kelompok Sinyal
Memiliki kemampuan untuk mengatur lalu lintas, minimal 6 kelompok sinyal untuk kendaraan dan / atau pejalan kaki, dan dapat dikembangkan sampai 12 kelompok sinyal atau lebih.
- 2) Waktu Siklus
Waktu siklus tetap terdiri dari minimal 8 rencana waktu siklus
- 3) Durasi waktu siklus, maksimal dalam 3 angka decimal.
- 4) Pemindahan rencana waktu siklus dan program kedip (*flashing amber*)
 - a) Secara otomatis, berdasarkan modul RTC (*Real Time Clock*) dari perangkat kendali.
 - b) Secara manual.
- 5) Program pemula kerja (*start-up*)
 - a) Diawali dengan seluruh lampu kuning (*amber*) menyala kedip (*flashing*), dilanjutkan dengan seluruh lampu merah menyala tanpa kedip (*all-red*), dan kemudian masuk ke program waktu siklus.
 - b) Masing-masing durasi waktu *flashing-amber* dan *all-red* dapat diprogram.
- 6) Kendali manual
Dilengkapi dengan peralatan yang dapat digunakan oleh petugas di lapangan untuk:
 - a) Memperpanjang durasi waktu hijau (*hold*).
 - b) Memperpendek durasi waktu hijau (*skip*).

- c) Kedip kuning (*flashing amber*).
- 7) Fasilitas *Conflict green*
Mempunyai fasilitas untuk pendeteksian *conflict green* dan *conflict* signal dalam keadaan gagal (*fault*) fasilitas ini otomatis menyalakan lampu kedip kuning (*flashing amber*).
- 8) Fasilitas indikator
Dilengkapi dengan fasilitas indikator, yang berfungsi untuk:
 - a) Informasi status dan kondisi kerja perangkat.
 - b) Informasi gangguan (*fault*).
- 9) Fasilitas pemrograman (*set-up*).
Dilengkapi dengan fasilitas pemrograman, berupa:
 - a) *Key-pad*.
 - b) Display.
- 10) Fasilitas pengaman
Dilengkapi dengan fasilitas pengaman berupa:
 - a) *Integrated Watchdog Timer (Auto-reset)*.
 - b) MCB (*mini circuit breaker*), untuk pengaman arus lebih.
 - c) Sikring (*fuse*), untuk pengaman arus lebih.
 - d) Pengaman terhadap gangguan petir.
- 11) Tegangan kerja
Bekerja pada tegangan masukan (*input*) jala-jala listrik 180 - 240 volt AC pada frekwensi 50 Hz.
- 12) Catu daya (untuk penyalan Luminer 12 atau 24 Volt DC)
Terdiri dari 2 (dua) unit yang bekerja secara *redundant*, dengan ketentuan:
 - a) Tegangan keluaran (*output*) 12 atau 24 VDC +/- 5%
 - b) Arus keluaran (*output*) minimal 20 Ampere.
- 13) Penyalan luminer/lampu
 - a) Tegangan keluaran (*output*) 12 atau 24 VDC +/- 5% atau 220 Volt AC +/- 10%
 - b) Kapasitas daya per titik lampu, minimal 8 VA.
- 14) Rumah perangkat kendali
Rumah perangkat kendali harus memenuhi:
 - a) Rangka harus dibuat dari bahan besi siku anti karat, kontruksinya harus simetris dan halus.
 - b) Rumah perangkat kendali harus dari plat alumunium tebal minimal 2 milimeter.
 - c) Dilengkapi dengan pintu utama, yang dapat dibuka, ditutup dan dikunci.
 - d) Mempunyai lubang ventilasi udara yang dilengkapi penyaring udara dan anti bocor terhadap air hujan.
 - e) Dilengkapi kotak kendali manual yang dipasang pada bagian luar rumah perangkat kendali yang mempunyai pintu yang terkunci dan terpisah dari pintu utama.
 - f) Dilengkapi dengan stiker perlengkapan jalan.
- 15) Desain perangkat kendali

- a) Menggunakan sistem modul sehingga mempermudah dalam perawatan, perbaikan dan pengembangan dengan menggunakan konektor yang memenuhi kualitas standar yang ada.
- b) Setiap modul harus mempunyai panel indikator yang mudah dilihat.
- c) Setiap modul peralatan harus dilapisi dengan bahan yang dapat menghindari terjadinya konduktivitas yang tidak dikehendaki akibat endapan debu carbon.

16) Penandaan

Dilengkapi dengan papan nama, yang paling sedikit harus mencantumkan:

- a) Jenis/tipe perangkat.
- b) Nama pabrik pembuat.
- c) Nomor seri.
- d) Tahun pembuatan.
- e) Tegangan dan frekuensi pengenalan.
- f) Blok diagram rangkaian.

17) Pemasangan

- a) Dilengkapi dengan pondasi perangkat kendali, dengan ketinggian di atas tanah minimal 50 cm.
- b) Dilengkapi dengan sarana arde (*grounding*).

18) Kondisi kerja

- a) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
- b) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.

19) Dokumen pendukung (manual instalasi, pengoperasian, dan pemeliharaan)

j. Perangkat Kendali APILL Otonom Cerdas

1) Jumlah Kelompok Sinyal

Memiliki kemampuan untuk mengatur lalu lintas, minimal 6 kelompok sinyal untuk kendaraan dan / atau pejalan kaki, dan dapat dikembangkan sampai 12 kelompok sinyal atau lebih.

2) Waktu Siklus

- a) Waktu siklus tetap terdiri dari minimal 8 rencana waktu siklus, dan dipergunakan sebagai cadangan (*back-up*) untuk kondisi *fail-safe*.
- b) Waktu siklus semi-adaptif berupa rencana siklus tetap pada kaki simpang mayor, serta rencana siklus yang bervariasi pada kaki simpang minor.
- c) Waktu siklus adaptif berupa rencana siklus yang bervariasi pada kaki simpang mayor dan minor menurut situasi arus lalu lintas.

3) Durasi waktu siklus, maksimal dalam 3 angka decimal.

4) Pemindahan rencana waktu siklus dan program kedip (*flashing amber*)

- a) Secara otomatis, berdasarkan modul RTC (*Real Time Clock*) dari perangkat kendali.
- b) Secara manual.

5) Program pemula kerja (*start-up*)

- a) Diawali dengan seluruh lampu kuning (*amber*) menyala kedip

- (*flashing*), dilanjutkan dengan seluruh lampu merah menyala tanpa kedip (*all-red*), dan kemudian masuk ke program waktu siklus.
- b) Masing-masing durasi waktu *flashing-amber* dan *all-red* dapat diprogram.
- 6) Kendali manual
Dilengkapi dengan peralatan yang dapat digunakan oleh petugas di lapangan untuk:
 - a) Memperpanjang durasi waktu hijau (*hold*).
 - b) Memperpendek durasi waktu hijau (*skip*).
 - c) Kedip kuning (*flashing amber*).
 - 7) Fasilitas *Conflict green*
Mempunyai fasilitas untuk pendeteksian *conflict green* dan *conflict* signal dalam keadaan gagal (*fault*) fasilitas ini otomatis menyalakan lampu kedip kuning (*flashing amber*).
 - 8) Fasilitas indikator
Dilengkapi dengan fasilitas indikator, yang berfungsi untuk:
 - a) Informasi status dan kondisi kerja perangkat.
 - b) Informasi gangguan (*fault*).
 - 9) Fasilitas pemrograman (*set-up*).
Dilengkapi dengan fasilitas pemrograman, berupa:
 - a) *Key-pad*.
 - b) *Display*.
 - 10) Fasilitas pengaman
Dilengkapi dengan fasilitas pengaman berupa:
 - a) *Integrated Watchdog Timer (Auto-reset)*.
 - b) MCB (*mini circuit breaker*), untuk pengaman arus lebih.
 - c) Sikring (*fuse*), untuk pengaman arus lebih.
 - d) Pengaman terhadap gangguan petir.
 - 11) Tegangan kerja
Bekerja pada tegangan masukan (*input*) jala-jala listrik 180 - 240 volt AC pada frekwensi 50 Hz.
 - 12) Catu daya (untuk penyalaan Luminer 12 atau 24 Volt DC)
Terdiri dari 2 (dua) unit yang bekerja secara *redundant*, dengan ketentuan:
 - a) Tegangan keluaran (*output*) 12 atau 24 VDC +/- 5%
 - b) Arus keluaran (*output*) minimal 20 Ampere.
 - 13) Penyalaan luminer/lampu
 - a) Tegangan keluaran (*output*) 12 atau 24 VDC +/- 5% atau 220 Volt AC +/- 10%
 - b) Kapasitas daya per titik lampu, minimal 8 VA.
 - 14) Rumah perangkat kendali
Rumah perangkat kendali harus memenuhi:
 - a) Rangka harus dibuat dari bahan besi siku anti karat, konstruksinya harus simetris dan halus.
 - b) Rumah perangkat kendali harus dari plat alumunium tebal minimal 1,8 milimeter.

- c) Dilengkapi dengan pintu utama, yang dapat dibuka, ditutup dan dikunci.
- d) Mempunyai lubang ventilasi udara yang dilengkapi penyaring udara dan anti bocor terhadap air hujan.
- e) Dilengkapi kotak kendali manual yang dipasang pada bagian luar rumah perangkat kendali yang mempunyai pintu yang terkunci dan terpisah dari pintu utama.
- f) Dilengkapi dengan stiker perlengkapan jalan.

15) Desain perangkat kendali

- a) Menggunakan sistem modul sehingga mempermudah dalam perawatan, perbaikan dan pengembangan dengan menggunakan konektor yang memenuhi kualitas standar yang ada.
- b) Setiap modul harus mempunyai panel indikator yang mudah dilihat.
- c) Setiap modul peralatan harus dilapisi dengan bahan yang dapat menghindari terjadinya konduktivitas yang tidak dikehendaki akibat endapan debu carbon.

16) Penandaan

Dilengkapi dengan papan nama, yang paling sedikit harus mencantumkan:

- a) Jenis/tipe perangkat.
- b) Nama pabrik pembuat.
- c) Nomor seri.
- d) Tahun pembuatan.
- e) Tegangan dan frekuensi pengenalan.
- f) Blok diagram rangkaian.

17) Pemasangan

- a) Dilengkapi dengan pondasi perangkat kendali, dengan ketinggian di atas tanah minimal 50 cm.
- b) Dilengkapi dengan sarana arde (*grounding*).

18) Kondisi kerja

- a) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
- b) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.

19) Dokumen pendukung: Manual instalasi, pengoperasian, dan pemeliharaan

k. Perangkat Kendali APILL Pejalan Kaki

1) Jumlah kelompok sinyal

Memiliki kemampuan untuk mengatur lalu lintas, minimal 2 kelompok sinyal untuk kendaraan dan/atau pejalan kaki.

2) Pengaturan waktu siklus

Memiliki kemampuan untuk dioperasikan berdasarkan:

- a) Waktu siklus untuk isyarat kendaraan dan,
- b) Waktu siklus untuk isyarat penyeberang, berdasarkan pengaktifan dengan tombol penyeberangan.

3) Durasi waktu siklus, maksimal dalam 3 angka desimal

4) Program pemula kerja (*start-up*)

Memiliki kemampuan untuk dioperasikan berdasarkan:

- a) Diawali dengan seluruh lampu kuning (*amber*) menyala kedip (*flashing*), dilanjutkan dengan seluruh lampu merah menyala tanpa kedip (*all-red*), dan kemudian masuk ke program waktu siklus.
 - b) Masing-masing durasi waktu *flashing-amber* dan *all-red* dapat diprogram.
- 5) Fasilitas indikator
Dilengkapi dengan fasilitas indikator, yang berfungsi untuk:
- a) Informasi status dan kondisi kerja perangkat.
 - b) Informasi gangguan (*fault*).
- 6) Fasilitas pemrograman (*set-up*).
Dilengkapi dengan fasilitas pemrograman, berupa:
- a) *Key-pad*
 - b) *Display*.
- 7) Fasilitas pengaman
Dilengkapi dengan fasilitas pengaman berupa:
- a) *Integrated Watchdog Timer (Auto-reset)*.
 - b) *MCB (mini circuit breaker)*, untuk pengaman arus lebih.
 - c) *Sikring (fuse)*, untuk pengaman arus lebih.
 - d) Pengaman terhadap gangguan petir.
- 8) Catu daya
Menggunakan *power supply switching*, dengan ketentuan:
- a) Tegangan masukan (*input*) jala-jala listrik 180 ~ 240 volt AC pada frekwensi 50 Hz
 - b) Tegangan keluaran (*output*) 24 VDC +/- 5%.
 - c) Arus keluaran (*output*) minimal 10 Ampere
- 9) *Back-up* catu daya
- 1) Tegangan keluaran (*output*) : 12 VDC / 24 VDC (sesuai tegangan kerja);
 - 2) Arus charging : minimal 8 Ampere
 - 3) Kapasitas baterai diperhitungkan untuk *Back-up time* 4,5 jam pada beban 400 VA atau 3 jam pada beban 600 VA.
- 10) Penyalaan luminer/lampu
- a) Tegangan keluaran (*output*) 24 VDC +/-5%.
 - b) Kapasitas daya per titik lampu, minimal 200 VA
- 11) Rumah perangkat kendali
Rumah perangkat kendali harus memenuhi:
- a) Rangka harus dibuat dari bahan besi siku anti karat, konstruksinya harus simetris dan halus.
 - b) Rumah perangkat kendali harus dari plat alumunium tebal minimal 1,8 milimeter.
 - c) Dilengkapi dengan pintu utama, yang dapat dibuka, ditutup dan dikunci.
 - d) Mempunyai lubang ventilasi udara yang dilengkapi penyaring udara dan anti bocor terhadap air hujan.
 - e) Dilengkapi dengan stiker perlengkapan jalan.

- 12) Desain perangkat kendali
 - a) Menggunakan sistem modul sehingga mempermudah dalam perawatan, perbaikan dan pengembangan dengan menggunakan konektor yang memenuhi kualitas standar yang ada.
 - b) Setiap modul harus mempunyai panel indikator yang mudah dilihat.
 - c) Setiap modul peralatan harus dilapisi dengan bahan yang dapat menghindari terjadinya konduktivitas yang tidak dikehendaki akibat endapan debu carbon.
- 13) Penandaan

Dilengkapi dengan papan nama, yang paling sedikit harus mencantumkan:

 - a) Jenis/tipe perangkat.
 - b) Nama pabrik pembuat.
 - c) Nomor seri.
 - d) Tahun pembuatan.
 - e) Tegangan dan frekuensi pengenalan.
 - f) Blok diagram rangkaian.
- 14) Pemasangan
 - a) Dilengkapi dengan pondasi perangkat kendali, dengan ketinggian di atas tanah minimal 50 cm.
 - b) Dilengkapi dengan sarana pembumihan (*earthing*).
- 15) Kondisi kerja
 - a) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
 - b) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
- 16) Dokumen pendukung

Manual instalasi, pengoperasian, dan pemeliharaan.

I. Luminer Penyeberang

- 1) Jenis Lampu : LED (*Light Emitting Diode*)
 - a) Warna merah : 615 ~ 630 nm.
 - b) Warna hijau : 495 ~ 515 nm.
 - c) Umur lampu : minimal 50.000 jam.
- 2) Ukuran Lampu dan fungsi lampu
 - a) Diameter 30 cm.
 - b) Terdiri dari 2 aspek, bagian atas untuk *down counter* dan bagian bawah untuk gambar penyeberang.
 - c) *Down Counter* minimal 2 angka desimal, terdiri dari warna merah untuk hitungan mundur pada saat menunggu, dan warna hijau pada saat menyeberang.
 - d) Gambar penyeberang warna merah jika berhenti atau menunggu dan warna hijau jika jalan atau menyeberang.
- 3) Intensitas Lampu : minimal 300 candela.
- 4) Tegangan kerja : 12 / 24 Volt DC +/- 5% atau 220 VAC +/- 10% frekuensi 50 Hz dilengkapi dengan pengamanan tegangan dan arus lebih.
- 5) Kondisi kerja

- a) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
- b) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
- 6) Rumah lampu/ armature
 - a) Terbuat dari bahan plat alumunium, atau plastic ABS, atau *polycarbonate*, tebal minimal 1,8 mm.
 - b) Bentuk setiap aspek (box) harus sama, sehingga dapat dipertukarkan tempatnya.
 - c) Lensa dilengkapi karet penahan, menggunakan bahan tahan panas, berwarna bening, dengan diameter 30 cm dan anti *efek phantom*.
 - d) Dilengkapi dengan penambat luminer pada tiang penyangga.
 - e) *Ingress Protection* : minimal IP 55
 - f) Dilengkapi dengan stiker perlengkapan jalan.
- 7) Pemasangan
 - a) Pada sebelah kiri lajur lalu lintas, minimal 300 cm dari permukaan jalan tertinggi sampai dengan sisi armatur bagian bawah.
 - b) Lampu dua aspek, dengan susunan vertikal, berurutan dari atas ke bawah berwarna merah, kuning dan hijau.
- m. Tombol Penyeberangan
 - 1) Materi Tombol : Metal dan tahan terhadap gangguan benturan.
 - 2) Fungsi signal : Logik atau Current Loop.
 - 3) Rumah perangkat
 - a) Plat besi minimal tebal 0,8 mm dan dicat.
 - b) Untuk pemasangan di luar (outdoor).
 - 4) Pemasangan
 - a) Minimal 120 cm dari permukaan ruang manfaat jalan tertinggi sampai dengan titik tengah tombol.
 - b) Dipasang pada tiang APILL menggunakan baut dan/atau menggunakan klem.
 - 5) Kondisi kerja
 - a) Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
 - b) Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
- n. *Back-Up* Catu Daya
 - 1) *Power Back-Up* 24 VDC
 - a) *Battery Charger*
 - (1) Tegangan masukan (*input*) : 180~240 VAC, 50 Hz.
 - (2) Tegangan keluaran (*output*) : 24 VDC.
 - (3) Arus *charging* : minimal 8 Ampere.
 - b) Baterai
 - (1) Tegangan : 12 VDC
 - (2) Kapasitas : minimal 100 Ah.
 - c) *Back-up time*
 - (1) 4,5 jam pada beban 400 VA.
 - (2) 3 jam pada beban 600 VA.
 - 2) *Power Back-Up* 220 VAC

- (1) Keluaran (*output*)
 - (1) Tegangan keluaran (*output*) : 220 VAC, 50 Hz +/- 10%
 - (2) Gelombang keluaran (*output*): *Pure sin-wave*
 - (3) *Transfer time* : maksimal 50 ms
- (2) Tegangan masukan (*input*) : 220 VAC, 50 Hz +/- 10%
- (3) *Back-up time*
 - (1) Minimal 4,5 jam pada beban 400 VA.
 - (2) Minimal 3 jam pada beban 600 VA.

o. *Smart system*

Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dapat dilakukan interkoneksi dengan sistem komunikasi yang dapat diatur dan dimonitor secara tersentralisasi dengan aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart system* menggunakan koneksi peralatan kontrol yang berbasis:

- 1) Gelombang radio atau *wireless fidelity* (WiFi); atau
- 2) Gelombang cahaya atau *light fidelity* (LiFi); atau

Sistem komunikasi dilengkapi dengan fasilitas *uplink* dan *downlink* sebagai sarana pengiriman dan penerimaan data.

Aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *Smart System* paling sedikit dilengkapi dengan kemampuan untuk melakukan kontrol terhadap status Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, meliputi:

- 1) jalur komunikasi sebagai media penyalur informasi/data;
- 2) sistem komunikasi sebagai basis tata cara komunikasi.
- 3) Pengaturan kuat pencahayaan;
- 4) Pencatatan konsumsi daya listrik atau kilo Watt hour (kWh) meter;
- 5) Pemantauan unjuk kerja perangkat elektronik;
- 6) Melakukan kontrol jarak jauh secara tersentralisasi;
- 7) Sensor dan pencatatan data kondisi lingkungan; dan
- 8) Kerusakan atau kegagalan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

Aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart system* wajib bersumber dari aplikasi *open source*, dilengkapi API (*Application Programming Interface*) dan dapat diakses tanpa melalui *software* khusus tertentu sehingga mudah apabila akan diintegrasikan ke dalam system yang dibangun oleh pemilik pekerjaan/*owner*

p. Tiang Penyangga dan Lengan Horizontal

Tiang penyangga didesain berbentuk tiang siku dengan 1 (satu) lengan (lengan tunggal) horizontal. Tiang penyangga terbuat dari baja karbon dengan *Yield Strength* 245 M.Pa dan *Tensile Strength* minimal 400 M.Pa. Konstruksi tiang dirancang kokoh dengan mempertimbangkan beban yang harus ditahan antara lain beban peralatan sendiri, beban air hujan, angin, dan momen.

Konstruksi tiang dirancang dengan mempertimbangkan kemudahan pemasangan, perawatan dan perbaikan.

Semua ujung tiang yang terbuka harus diberi tutup untuk mencegah masuknya air.

Material tiang oktagon menggunakan bahan *structural steel* SS400 atau yang setara.

Tiang penyangga dan lengan digalvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan 70 micron.

Umur teknis tiang minimal 6 (enam) tahun.

Tinggi tiang utama adalah 8 (delapan) meter. Penampang tiang berbentuk oktagon dengan diameter yang mengecil ke atas (*tapered*). Diameter bawah tiang minimal 220 mm (8,66 inch) dan diameter atas tiang minimal 144 mm (5,67 inch). Ketebalan tiang penyangga minimal 4 (empat) mm.

Lengan horisontal terbuat dari bahan pipa baja karbon yang digalvanis. Panjang lengan horisontal adalah 4500 mm dengan diameter 3 (tiga) inch dan ketebalan minimal 3 (tiga) mm.

Lengan horisontal dilengkapi tali sling baja (*steel wire rope*) galvanized berukuran diameter $\frac{3}{4}$ inch atau sekitar 20 mm dan panjang \pm 4300 mm.

q. Tiang Pengaman

Tiang pengaman terbuat dari pipa baja karbon berukuran diameter 4 (tiga) inch dan ketebalan 3 (tiga) mm. Panjang pipa yang digunakan adalah 1.500 mm. Jumlah tiang pengaman 3 (tiga) buah setiap 1 (satu) tiang utama.

Pipa diisi dengan cor beton K-175

Pondasi tiang pengaman terpisah dari pondasi tiang utama. Ukuran pondasi tiang pengaman 400 mm x 400 mm x 800 mm. Pondasi cor beton mutu minimal K-175.

Tiang pengaman dalam pondasi diikat dengan angkur pelat baja siku berukuran 60 mm x 60 mm x 6 mm.

Tiang pengaman dicat anti korosi dan *Finishing coating* warna hitam dan kuning dengan nilai *retroreflektif* minimal ASTM Tipe IV.

No	Elemen Teknis	Ukuran dan Keterangan
1	Bahan	Pipa baja diisi beton cor
2	Diameter	4"
3	Tinggi tiang pengaman	800 mm dari permukaan tanah
4	Pondasi	Minimal K-175
5	Ukuran pondasi	Atas : 400 x 400 mm Bawah : 400 x 400 mm
6	Pondasi tiang pengaman	800 mm
7	Jumlah tiang pengaman	Minimal 3 buah
8	Penempatan	800 mm dari tiang utama
9	Pelapisan permukaan luar	Warna hitam dan warna kuning

r. *Retroreflektif*

Tiang pengaman dilengkapi lembaran *retroreflektif* warna merah dan putih.

Lembaran *retroreflektif* berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang paling sedikit 150 (seratus lima puluh) milimeter dan lebar paling sedikit 80 (delapan puluh) milimeter serta dapat berfungsi secara optimal. Lembaran *retroreflektif* terbuat dari bahan *microprismatic* dengan nilai *retroreflektif* minimal ASTM Tipe IV

s. Bangunan Kontruksi Pondasi

Bangunan pondasi dibuat dengan memperhatikan:

- 1) dimensi Lampu;
- 2) berat total Lampu;
- 3) struktur tanah lokasi pemasangan;
- 4) daya dukung tanah; dan
- 5) faktor cuaca lokasi pemasangan.

Bangunan pondasi berupa bangunan konstruksi beton cor atau *pre-cast concret* berkerangka besi pejal penuh atau *fullframe* yang memiliki kemampuan untuk menopang beban konstruksi APILL.

Bangunan pondasi dibuat dengan cara:

- 1) pra-cetak atau *pre-cast*, yaitu dibuat di bengkel fabrikasi menggunakan tempat cetakan atau *moulding*) atau
- 2) dicetak langsung di lokasi pemasangan atau *cast on site*.

Bangunan pondasi ditanam di dalam tanah dengan kedalaman paling sedikit 1.700 (seribu tujuh ratus) milimeter dan bangunan pondasi harus timbul dengan ukuran tinggi paling sedikit 200 (dua ratus) millimeter di atas permukaan tanah.

Bangunan pondasi pada sisi permukaan pondasi bagian atas dibuat dan/atau ditempatkan dengan posisi tegak lurus terhadap tiang utama.

Jenis pondasi yang digunakan dalam Spesifikasi Teknis ini adalah beton cor bertulang sebagai berikut:

- 1) Mutu beton K-250;
- 2) Ukuran pondasi tiang lurus:
 - a) Penampang atas pondasi : 500 mm x 500 mm
 - b) Penampang bawah pondasi : 600 mm x 600 mm
 - c) Kedalaman pondasi minimal : 800 mm
(kedalaman pondasi disesuaikan dengan hasil *soil investigation* yang mencakup uji penetrasi, CBR, dsb)
- 3) Ukuran pondasi tiang lengkung:
 - a) Penampang atas pondasi : 600 mm x 600 mm
 - b) Penampang bawah pondasi : 800 mm x 800 mm
 - c) Kedalaman pondasi minimal : 950 mm
(kedalaman pondasi disesuaikan dengan hasil *soil investigation* yang mencakup uji penetrasi, CBR, dsb)
- 4) Ukuran pondasi tiang siku:
 - a) Penampang atas pondasi : 500 mm x 500 mm
 - b) Penampang bawah pondasi : 600 mm x 600 mm
 - c) Kedalaman pondasi minimal : 1700 mm

(kedalaman pondasi disesuaikan dengan hasil *soil investigation* yang mencakup uji penetrasi, CBR, dsb)

- 5) Rangka tulangan diameter 16 mm, sengkang diameter 10 mm
- 6) *Yield strength* besi tulangan minimal 2400 kg/cm²
- 7) Dasar lobang pondasi ditimbun pasir dan dipadatkan setinggi 50 mm
- 8) Tinggi sisi atas pondasi terhadap permukaan tanah 100 mm
- 9) Ketebalan selimut beton untuk tulangan diameter 12 mm minimal 35 mm tanpa acian.

Ukuran *base plate*, *bracket*, *bolt* dan *nut* untuk tinggi utama:

- a) *Base plate* tiang lurus : 400x400x18 mm
- b) *Base plate* tiang lengkung : 500x500x16 mm
- c) *Base plate* tiang siku : diameter 400mm x 32mm
- d) *Bracket* : 250 mm x 50 mm x 10 mm
- e) Jumlah *bolt* dan nut : minimal buah
- f) Ukuran *bolt* : M25 (ø 20 mm x 800 mm)

Bolt, nut, dan ring harus sesuai dengan ketentuan standard AASHTO M164 atau ASTM A325, *High Strength Bolt for Structural Joints*

Diameter lobang sama dengan diameter nominal bolt batang (*shank*) atau silinder (*barrel*) dengan toleransi $\pm 0,15$ mm.

Yield strength bolt angkur 1.450 kg/cm².

Kekuatan tarik *base plate* dan *bracket* minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²)

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan pelat dan pipa;
- b. Verifikasi ketebalan *zinc coating (galvanized)* tiang utama, lengan luminer, *bracket*, dan *base plate*;
- c. Pengukuran dimensi tiang utama, lengan tiang, *bracket*, *base plate*, dan tiang pengaman;
- d. Pengukuran dimensi pondasi.
- e. Pengukuran dimensi kabel penghantar dan kabel pembumian;
- f. Verifikasi luminer, perangkat kendali, catu daya, *power backup*;
- g. Pengukuran sistem kelistrikan, *megger test* untuk uji isolasi, *earthing test* untuk memastikan tahanan total maksimal 5 Ohm, dsb.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- b. Kekuatan tarik tiang utama, lengan tiang, *bracket*, dan *base plate* (uji laboratorium);
- c. Retro reflektivitas alat pemantul cahaya;
- d. Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis.

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum
- b. Gambar Konstruksi Tiang Utama
- c. Gambar Wiring Diagram
- d. Gambar Konstruksi Tiang Pengaman
- e. Gambar DED Sistem Pembumian
- f. Gambar Pondasi;
- g. Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- h. Dan gambar teknis lain yang diperlukan

5. Tata cara penempatan serta pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu Peraturan Menhub Nomor : PM. 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor KP.825/AJ.005/DJPD/2021 tentang Petunjuk Teknis Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

G. *Warning Light* Listrik Tenaga Surya

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Luminer:
 - 1) Spesifikasi Teknis Luminer;
 - 2) Sertifikat Merk dari Kemenkumham yang masih berlaku;
 - 3) Sertifikat TKDN untuk komponen utama (luminer) nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) ditambah nilai Bobot Manfaat Perusahaan (BMP) paling sedikit 40% (empat puluh persen) Termasuk BMP;
 - 4) Sertifikat yang diterbitkan dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN), meliputi:
 - (a) Sertifikat ISO 9001:2015
 - (b) Sertifikat/hasil Uji Intensitas Cahaya (*Fotometri*) Minimal 500 Cd untuk luminer bulat penuh 30 cm atau minimal 300 Cd untuk luminer bulat penuh 20cm
 - (c) Sertifikat/hasil uji *ingress protection* (IP) untuk luminer, minimal IP55;
 - (d) Sertifikat/hasil uji IK rating (*impact protection*) untuk rumah lampu, minimal IK08;
 - (e) Sertifikat/hasil uji *ingress protection* (IP) untuk rumah perangkat kedali APILL minimal IP55
 - (f) Sertifikat/hasil uji tahan getaran untuk luminer, standar uji SNI IEC 60598;
 - 5) Sertifikat/hasil uji *electromagnetic compatibility* (EMC) yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi

international atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);

- 6) Jaminan garansi minimal 3 (tiga) tahun untuk produk luminer;
- 7) Jaminan ketersediaan suku cadang minimal 5 (lima) tahun;
- 8) Garansi produk beroperasi normal selama minimal 3 (tiga) tahun.

b. Perangkat Kendali *Warning Light*:

- 1) Rician Spesifikasi Teknis Perangkat Kendali *Warning Light*;
- 2) Sertifikat ingress protection (IP) untuk rumah perangkat kendali *Warning Light* minimal IP55 dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN).

c. *Charge Controller* (untuk *Warning Light* Tenaga Surya):

- 1) Rician Spesifikasi Teknis *Charge Controller*;
- 2) Sertifikat *ingress protection* (IP) *Charge Controller* minimal IP54 dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN).

d. Peralatan *Smart System*

- 1) Rincian Spesifikasi Teknis *Smart System*;
- 2) Sertifikat ingress protection (IP) *smart system controller* minimal IP65 untuk sub kategori *smart system controller* dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN).

e. Baterai (untuk *Warning Light* Tenaga Surya)

- 1) Rincian Spesifikasi Teknis Baterai;
- 2) Sertifikat *ingress protection* (IP) baterai IP54 dan baterai dengan rumah baterai minimal IP65 dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- 3) Nilai hasil uji setara dengan SNI IEC 61427 : 2018 yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi dari lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN).

f. Panel Surya (untuk *Warning Light* Tenaga Surya)

- 1) Rincian Spesifikasi Teknis Panel Surya;
- 2) Sertifikat *ingress protection* (IP) panel surya minimal IP65 dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- 3) Sertifikat SNI IEC 61215 : 2016 atau nilai hasil uji setara dengan SNI IEC 61215 : 2016 yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi dari lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN).

- g. Tiang *Warning Light*:
- 1) Spesifikasi Teknis;
 - 2) Hasil uji kekuatan tarik/*tensile test* minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²). Untuk bahan tiang utama dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - 3) Pelapisan galvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron;
 - 4) Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);
- h. Metode Pekerjaan:
- 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design* (CAD) yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail tiang *Warning Light*, luminer, *wiring* diagram lengkap, metering, sistem pembumian, sistem koneksi dari sumber kelistrikan, dari *base plate*, *bracket* dan rangka pondasi;
 - 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan APILL Satu Warna (*Warning Light*) secara terperinci;
 - 3) Melaksanakan uji beton pondasi, uji pelapisan galvanis tiang, uji kekuatan cahaya.

2. Spesifikasi Teknis

- a. Lampu/Luminer Peringatan (*warning light*) tenaga surya
- Lampu/Luminer Peringatan (*Warning Light*) adalah jenis Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dengan lampu satu warna yang dipergunakan untuk memberikan peringatan bahaya kepada Pengguna Jalan. Lampu satu warna berwarna kuning kelap kelip atau merah. Lampu berwarna kuning kelap kelip untuk menyatakan Pengguna Jalan berhati-hati. Lampu berwarna merah untuk menyatakan Pengguna Jalan berhenti.
- Lampu Peringatan yang sudah terpasang secara lengkap harus dapat beroperasi secara mandiri maupun terkontrol sesuai dengan desain perencanaan.
- Lampu Peringatan (*warning light*) tenaga surya sumber catu daya dihasilkan oleh alat *warning light* itu sendiri melalui komponen yang dapat menghasilkan daya listrik. Sumber konversi energi listrik dapat berasal dari matahari, angin, atau sumber lainnya dengan memanfaatkan alam. Sumber konversi yang paling banyak digunakan dan paling efisien yaitu sumber energi dari matahari. Jenis tegangan adalah *dirrect current* (DC) dengan rentang tegangan antara 12V sampai dengan 48V.

b. Luminer/Lampu

1) Spesifikasi Umum

Luminer adalah seperangkat peralatan yang merupakan bagian dari Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dan berfungsi untuk menghasilkan, mengatur, dan mendistribusikan pencahayaan

Spesifikasi Teknis Luminer secara umum:

- a) Luminer tidak boleh menyebabkan gangguan keselamatan pada saat mengalami kondisi gangguan atau kerusakan yang dapat terjadi dalam pengoperasiannya.
- b) Permukaan tidak mengkilap dan tidak silau jika kena sinar matahari atau lampu kendaraan
- c) Komponen optis dapat digunakan untuk menampilkan pictogram panah, pejalan kaki, bus, dan / atau sepeda.

2) Spesifikasi Teknis

- a) Jenis Lampu : LED (*Light Emitting Diode*)
 - Warna kuning : 585 ~ 595 nm
 - Umur Luminer : minimal 50.000 jam
- b) Ukuran Luminer : Diameter 20 cm dan/atau 30 cm
- c) Intensitas Luminer
 - Ø 20 cm : minimal 300 candela
 - Ø 30 cm : minimal 500 candela
- d) Tegangan kerja : 12 / 24 Volt DC +/- 5%
atau 220 VAC +/- 10% frekuensi 50Hz dilengkapi dengan pengaman tegangan dan arus lebih.
- e) Kondisi kerja
 - Ketahanan suhu 0 sampai dengan 70 derajat Celcius.
 - Kelembaban nisbi 0 sampai dengan 95%.
- f) Rumah lampu/ armature
 - Terbuat dari bahan plat aluminium, atau plastic ABS, atau polycarbonate, tebal minimal 1,8 mm.
 - Bentuk setiap aspek (box) harus sama, sehingga dapat dipertukarkan tempatnya
 - Lensa dilengkapi karet penahan, menggunakan bahan tahan panas, berwarna bening, dengan diameter 20 – 30 cm dan anti efek phantom.
 - Dilengkapi dengan penambat luminer pada tiang penyangga.
 - *Ingress Protection* : minimal IP 55
 - Dilengkapi dengan stiker perlengkapan jalan.
- g) Pemasangan
 - Minimal 500 cm dari permukaan ruang manfaat jalan tertinggi sampai dengan sisi armatur bagian bawah.
 - Pada sebelah kiri lajur lalu lintas, minimal 300 cm dari permukaan jalan tertinggi sampai dengan sisi armatur bagian bawah.
 - Jumlah aspek luminer dan penempatan pada jenis tiang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan desain rencana.

c. Perangkat Kendali *Warning Light*

Spesifikasi Teknis perangkat kendali *Warning Light* adalah sebagai berikut:

- 1) Suhu Operasi : 0 s/d 70°C.
- 2) Kelembaban Nisbi : 0 s/d 95%.
- 3) Perangkat kendali dibuat dari komponen-komponen elektronika aktif maupun pasif, papan sirkit tercetak (PCB) dan elektronika penuh.
- 4) IC terpasang melalui socket IC (tidak terpatri langsung) untuk kemudahan pemeliharaan dengan socket berkualitas tinggi dengan penjepit ganda.
- 5) Rangka kendali dibuat dari besi siku anti karat, konstruksinya simetris dan halus
- 6) Menggunakan sistem modul sehingga mempermudah dalam perawatan, perbaikan, dan pengembangan dengan menggunakan konektor yang memenuhi kualitas standar yang ada.
- 7) Setiap modul mempunyai panel indikator yang mudah dilihat.
- 8) Mempunyai fasilitas untuk pengaman arus lebih yang menggunakan *mini circuit breaker* dan pengaman terhadap arus bocor menggunakan *earth leakage circuit breaker* serta dilengkapi dengan pengaman dari gangguan petir.
- 9) Dapat dibebani lampu jenis LED 30 VA per sinyal.
- 10) Rumah perangkat kendali terbuat dari alumunium tebal 1,8 mm, dilengkapi dengan pintu yang dapat dibuka dan kunci, mempunyai tempat panel-panel dan kendali lampu lalu lintas serta mempunyai lubang ventilasi udara yang dilengkapi penyaring udara dan anti bocor terhadap air hujan.
- 11) Mode operasi : Flash/flip-flop.
- 12) Periode : 0,5 ~ 2 detik.
- 13) Ukuran Lumen/lampu : 2 x 30 cm atau 2 x 20 cm

d. Panel surya (*Photovoltaic Panel*)

Panel surya harus memiliki kemampuan untuk menyuplai arus listrik sesuai dengan kapasitas komponen penyimpanan arus yaitu baterai dengan waktu pengisian efektif paling sedikit 4 (empat) jam dalam 1 (satu) hari di daerah dengan iklim tropis.

Panel surya terbuat dari bahan silikon atau bahan lain yang ramah terhadap lingkungan.

Panel surya wajib dilengkapi pemasangan *bypass diode* untuk menghindari mengalirnya arus ke arah bagian sel yang tidak dapat menangkap sinar matahari secara sempurna atau yang terkena efek *shading*.

Panel surya dalam Spesifikasi Teknis ini terbuat dari bahan *Monocrystalline silicon (mono-Si)* atau *poly-crystalin*.

Standard kualitas Panel Surya adalah UL/CE atau setara SNI.

Daya minimal panel surya yang dihasilkan 100 watt *peak* dengan toleransi $\pm 5\%$.

Spesifikasi teknis Panel Surya dalam Spesifikasi Teknis ini adalah sebagai berikut:

- 1) Jenis panel : *Photo Voltaic*.
- 2) Bahan panel : *Silicon kristalin*.
- 3) Tipe panel : *Monokristalin/polikristalin*.
- 4) Standar : *UL/CE atau setara SNI*.
- 5) Daya : *1x100 Wp - 24V*.
- 6) Toleransi daya : $\pm 5\%$.
- 7) Tegangan maksimal, V_{mp} : *17 V*.
- 8) Kuat arus maksimal, V_{mp} : *6 A*.
- 9) Tegangan rangkaian terbuka tanpa arus (*open circuit voltage, Voc*) : *Maks 21 V*.
- 10) Arus maksimal tanpa resistansi (*Short circuit current, Isc*) : *Maks 6,5A*.
- 11) Efisiensi panel : *>15%*.
- 12) Efisiensi sel : *>15%*.
- 13) Suhu operasi, berdasarkan standard test condition : *40⁰ C s/d 85⁰C*.
- 14) Tegangan maksimum sistem : *1.000 VDC (IEC)/maksimal rangkaian seri panel surya*.
- 15) Sekering (*fuse*) maksimal : *disesuaikan daya panel surya yang digunakan*.
- 16) Penguat efisiensi : *Bypass diode*.
- 17) *Frame* Rumah panel : *Full Anodized Alumunium Alloy*.
- 18) *Ingress Proteksi* : *Min IP 65*.
- 19) Umur Teknis : ≥ 10 Tahun.
- 20) Tes Standar : *Sertifikat SNI IEC 61215 : 2016 atau nilai hasil uji setara dengan SNI IEC 61215 : 2016 yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi dari lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN)*.

e. Baterai

Baterai jenis *maintenance free*, dilengkapi dengan *Battery Management System* (BMS) yang berfungsi sebagai regulator untuk mengatur dan memonitor kondisi baterai, yaitu:

- 1) tegangan;
- 2) kuat arus;
- 3) suhu baterai;
- 4) sel baterai;
- 5) mengatur siklus *charging* dan *discharging*; dan
- 6) mengatur balancing cell serta proteksi kelebihan daya.

Baterai memiliki kapasitas berupa *volt-ampere hour* tersimpan yang paling sedikit mampu menyediakan cadangan energi listrik untuk menyalakan lampu selama 36 (tiga puluh enam) jam operasi tanpa adanya suplai pengisian arus listrik dengan *depth of discharge* (DoD) baterai maksimal 80% (delapan puluh) per seratus.

Spesifikasi teknis baterai dalam Spesifikasi Teknis ini adalah sebagai berikut:

ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
Jenis Baterai	<i>lithium Ion (Li-Ion)</i>

	<i>Lithium Iron (Li-FePO4)</i>
	3,2 ~ 3,7 V/ sell
***) Tegangan nominal	25,6 ~ 29,6 V @ 8 sel (tergantung kelipatan jumlah sel baterai)
***) Kapasitas nominal (disesuaikan dengan kebutuhan daya lampu dan cadangan otonom)	Minimal 100 Ah (tegangan minimal 24 Volt)
Efisiensi	> 85%
Umur siklus baterai (pada 80% depth of discharge/ DOD)	1.500 s/d 3.000 siklus
Tahanan internai (arus DC)	maks 5 m Ω
Umur teknis	> 3 tahun
Kondisi operasi	
Suhu operasi	< 50°C
Suhu saat pengisian	< 45°C
Suhu penyimpanan	<45° C
Indek proteksi	Minimal IP 54
Waktu pengisian	3 s/d 4 jam maksimal per hari
Arus pengisian maksimal	0,5C (C merupakan kapasitas dalam Ah)
Batas tegangan pengisian maksimal	14,4 V ~ 16,8 V (@ 4 sell/kelipatannya)
Kelembaban relatif (RH)	25 % s/d 85%
Balancing cell	Wajib Battery management System (BMS)
Standard Uji SNI	Nilai hasil uji setara dengan SNI IEC 61427 : 2018 yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi dari lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN)

Keterangan :

Nilai Tegangan *Charge*, Tegangan *Discharge*, menyesuaikan dengan karakteristik baterai (*Lithium Ion* atau *Lithium Iron*)

RUMAH BATERAI (JIKA MENGGUNAKAN RUMAH BATERAI SECARA TERPISAH)

Bahan	Aluminium / Plat Besi Baja
Ukuran	Disesuaikan dengan ukuran baterai
Posisi	Diletakkan pada tiang di bawah PV modul / Diletakkan pada tiang atau ditempatkan sesuai spesifikasi produk masing-masing.
Cat	<i>Powder coating / Anodizing</i>
Sertifikasi IP	Min. IP 65
Garansi	Minimal 3(tiga) Tahun

f. Kabel Instalasi

1) Lingkup Instalasi Kabel

Kabel Instalasi adalah komponen dari *warning light* yang berfungsi untuk menyambungkan antara Perangkat Kendali dengan lampu aspek dan sumber tenaga.

Kabel tenaga dan kabel untuk isyarat lampu harus diletakkan di dalam pipa yang terpisah untuk mencegah interferensi.

Kabel diletakkan di dalam pipa pelindung menggunakan kabel NYYHY 4x0,75 mm²

Kabel diletakkan di dalam pipa pelindung jenis besi galvanis atau HDPE atau pipa PVC diameter 2 sampai dengan 4 inchi yang bagian dalamnya harus halus untuk mencegah terjadinya kerusakan kabel pada waktu pemasanga, pipa pelindung mengambil tempat tidak boleh lebih dari 50 % seluruh luas pipa bagian dalam.

Kabel tenaga/daya *warning light* tenaga surya menggunakan kabel daya NYYHY minimal 2x6mm², sedangkan kabel penghubungan luminer menggunakan NYYHY minimal 3x0,75mm².

Kode nomenklatur kabel menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 yang digunakan dalam Spesifikasi Teknis ini adalah:

- N : kabel standar konduktor tembaga
- NA : kabel standar konduktor aluminium
- Y : selubung isolasi dari bahan PVC
- A : berinti tunggal
- M : berinti lebih dari satu (kabel pilin / twisted)
- F : pelindung dari kawat baja pipih
- Gb : pelindung dari spiral plat baja

Kabel dalam Spesifikasi Teknis ini meliputi:

- 1) kabel distribusi daya;
- 2) kabel instalasi penghantar arus antar komponen;
- 3) kabel instalasi sistem pembumian; dan
- 4) kabel instalasi bawaan komponen.

Kabel distribusi daya sebagaimana dimaksud berupa:

- 1) kabel distribusi daya lintas udara; dan
- 2) kabel distribusi daya bawah tanah atau tanam.

Kabel instalasi penghantar arus antar komponen wajib menyesuaikan dengan kebutuhan:

- 1) jumlah fase;
- 2) luas penampang;
- 3) jenis insulasi;
- 4) suhu operasi; dan
- 5) kondisi lingkungan.

Pengadaan dan pemasangan *Warning light* wajib dilengkapi dengan diagram pemasangan kabel atau *wiring diagram* secara lengkap dan disertai dengan kode spesifikasi kabel yang digunakan.

Kabel instalasi memiliki spesifikasi bahan sebagai berikut :

- 1) konduktor;
- 2) isolator; dan
- 3) lapisan pelindung luar.

Konduktor kabel instalasi merupakan bahan penghantar arus listrik berupa kabel berinti tunggal atau berinti banyak (*twisted pair*) yang terbuat dari bahan tembaga atau aluminium.

Isolator merupakan bahan dielektrik sebagai sekat pemisah kontak langsung antara penghantar dan lingkungan yang terbuat dari bahan *thermoplastik* atau *polyvinyl chloride* (PVC), *polyethylene* (XLPE) dan/atau *ethylene propylene rubber* (EPR) dengan suhu penghantar paling tinggi 70 (tujuh puluh) derajat celcius.

Lapisan pelindung luar sebagaimana dimaksud di atas merupakan lapisan yang memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis, bahan kimia, api, dan pengaruh luar yang merugikan.

Kabel dipakai dan dipilih dengan mempertimbangkan:

- 1) Kemampuan Hantar Arus (KHA);
- 2) Kondisi lingkungan pemakaian;
- 3) suhu operasi dan suhu lingkungan.

Kabel diberikan standar pewarnaan sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yaitu:

- 1) kabel tenaga dengan warna:

- coklat;
- hitam;
- kuning; dan
- merah;

- 2) kabel penghantar netral berwarna biru; dan

- 3) kabel pembumian atau earthing berwarna kuning bergaris hijau.

Kemampuan Hantar Arus (KHA) ditentukan berdasarkan besar tegangan dan kuat arus yang mengalir dalam satuan luas penampang inti dan dinyatakan dalam milimeter persegi.

Luas penampang inti penghantar arus ditentukan dengan mempertimbangkan :

- 1) suhu maksimum yang diizinkan;
- 2) susut tegangan yang diizinkan;
- 3) stres elektromagnetis yang mungkin terjadi akibat hubung pendek atau *short circuit*,
- 4) stres mekanis; dan
- 5) impedansi maksimum.

Seluruh kabel yang digunakan untuk pemasangan *Warning light* wajib telah terdaftar dan memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) berikut dengan perubahannya.

Spesifikasi teknis kabel penghantar adalah sebagai berikut:

KABEL INSTALASI PENGHANTAR	
Penggunaan	Saluran instalasi internal
Standar kualitas	Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 84/M-IND/PER/ 10/2014

	SNI IEC 60502- 1 2009
Kapasitas hantar arus (KHA)	Disesuaikan dengan table KHA PUIL 2011 (tabel B.52-1)
Bahan	Tembaga
Type	NYA atau NYM(PUIL 2011)
Ukuran penampang	1,5 s/d 4 mm ²
Jenis inti kabel	Inti tunggal atau pilinan (twisted)
Jumlah inti	1 atau lebih
Insulasi	PVC

Catatan :

Luas penampang penghantar arus ditentukan berdasarkan:

- Suhu maksimum yang diizinkan
- Susut tegangan yang diizinkan
- Stres elektromagnetik akibat hubungan pendek
- Stres mekanis yang mungkin dialami penghantar
- Impedans maksimum berkenaan dengan berfungsinya proteksi hubungan pendek

2) Konektor kabel

Konektor kabel berupa:

- sambungan baut;
- sambungan solder;
- sambungan clamp;
- sambungan tusuk kontak dan kotak kontak; dan
- sambungan puntir atau sambungan *emergency*, dengan ketentuan hanya untuk ukuran penghantar paling besar 2,5 (dua koma lima) milimeter persegi.

Konektor kabel terbuat dari bahan aluminium atau tembaga yang tahan terhadap lingkungan asam serta tahan terhadap suhu tinggi apabila terjadi hubung pendek.

3) Terminal

Terminal sebagaimana berupa:

- a) terminal penghantar; dan
- b) terminal pembumian;

Terminal harus memiliki dudukan yang terbuat dari bahan yang tidak mudah pecah atau rusak oleh gaya mekanis dan gaya termis, akibat dari penghantar yang disambung pada terminal

4) Pembumian

Kabel instalasi sistem pembumian (*earthing*) ditentukan berdasarkan sifat kondisi tahanan tanah di lokasi pemasangan sampai diperoleh tahanan terkecil yang dapat dicapai, yaitu dengan memperhatikan:

- a) luas penampang;
- b) panjang batang; dan
- c) jumlah batang.

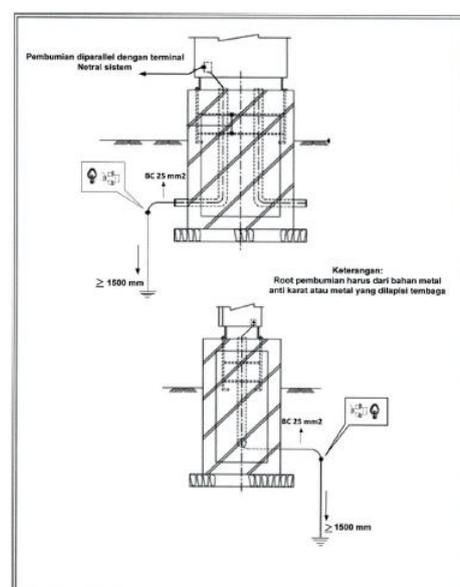
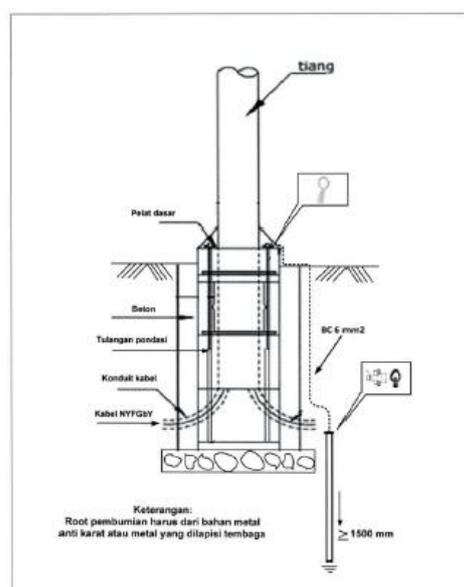
Jenis kabel tembaga pbumian (*earthing*) minimal BC-16, serta dilengkapi dengan tombak tembaga sepanjang minimal 30 centimeter dan diameter minimal 12 mm.

Kabel instalasi sistem pbumian harus memiliki tahanan sebesar 5 (lima) ohm.

Kabel instalasi bawaan komponen merupakan kabel instalasi yang menjadi bawaan fabrikasi komponen kelistrikan.

Spesifikasi teknis kabel sistem pbumian (*earthing*) adalah sebagai berikut:

KABEL SISTEM PEMBUMIAN	
ELEMEN TEKNIS	NILAI
Pbumian instalasi	TT atau TN-C-S
Metode pbumian	Dibumikan di setiap tiang dan di panel PHBK (lihat contoh Gambar)
Bahan batang konduktor	Bahan metal yang dilapisi tembaga atau bahan metal anti karat
Diameter batang konduktor	5/8" ($\pm 15,875$ mm)
Diameter kawat pbumian	Kawat <i>bare cooper</i> (BC) 25 mm ² untuk pbumian PHBK
	Kawat <i>bare cooper</i> (BC) 6 mm ² untuk pbumian tiang
Kedalaman batang	1.2 meter di bawah permukaan tanah
Nilai tahanan total	≤ 5 W
Sistem penyambungan	dilas, dipress, diterminasi dengan bahan tembaga



Contoh Sistem Pbumian

Kontrol manajemen catu daya untuk *Warning Light* Tenaga Surya harus mampu untuk melakukan pencatatan, pengaturan, dan proteksi terhadap:

- kapasitas daya baterai;
- kondisi sel baterai;
- suhu baterai;
- kondisi sel panel surya;
- konsumsi pemakaian energi; dan
- peralatan proteksi

Spesifikasi teknis Kontrol manajemen catu daya dalam Spesifikasi Teknis ini adalah sebagai berikut:

CONTROL CATU DAYA LISTRIK TENAGA SURYA <i>SOLAR CHARGE CONTROLLER (SCC) / BATTERY CHARGE REGULATOR (BCR)</i>	
ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
<i>Control Mode</i>	<i>Maximum power point tracking (MPPT)</i>
System	24 Volt
Kelistrikan	Tegangan input maksimal 48 V
	<i>Boost charging voltage</i> 15 ± 0,2 V
	<i>Float charging voltage</i> 13 ± 0,2 V
	Arus pengisian maksimal 12 A
<i>Electronic blocking/protection</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah polarisasi arus listrik balik dari baterai ke panel surya • <i>Overcharging</i> • <i>Overloading</i> • <i>Overheating</i>
<i>Metode charging</i>	MPPT 3 tahap (<i>bulk, absorption, floating</i>)
Suhu operasi	< 50 ° C
Suhu lingkungan	< 60 ° C
Effisiensi	MPPT 90%
Pendinginan	Pendinginan alami (angin)
IP	IP 45
Kelembaban relatif	95% <i>non condensing</i>
Proteksi	<ul style="list-style-type: none"> • Tegangan lebih • Hubungan singkat • Tahan kandungan kadar garam tinggi • Tahan vibrasi minimal 2G
<i>Sun Switch</i>	Pada malam hari lampu menyala otomatis & pada pagi hari mati otomatis
LED DRIVER	
<i>Jenis Led Driver</i>	<i>Constant Current</i>
Sistem Topologi	<i>Boost Converter</i>
Sistem Dimming	<i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>

Tegangan Input Baterai	Max. 29.4 Volt DC
Tegangan Output	Max. 72 Volt DC
Efisiensi	Min. 90%
Garansi	Minimal 3 (tiga) Tahun
Keterangan : Nilai dari Tegangan Input PV Modules, Tegangan Charge, Tegangan Discharge, Tegangan input Baterai, Tegangan Output menyesuaikan dengan karakteristik Solar <i>Charge Controller</i> (SCC)/ <i>Battery Charge Regulator</i> (BCR)	
TES DAN SERTIFIKASI	
Diterbitkan dari laboratorium pengujian yang terakreditasi KAN / Lembaga Pengujian Dalam Negeri	
Standar Uji SNI	SNI 04-6391-2000
Sertifikasi TKDN (Tingkat Komponen Dalam Negeri)	Sertifikasi TKDN <i>Warning light</i> dari Kementerian Perindustrian
Sertifikasi <i>Vibration Test</i>	• Test Standard : SNI IEC 61347-2-13:2015
Sertifikasi Uji ketahanan Garam (<i>Resistance To Corrosion</i>)	• Test Standard : SNI IEC 61347-2-13:2015

h. *Smart system*

Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dapat dilakukan interkoneksi dengan sistem komunikasi yang dapat diatur dan dimonitor secara tersentralisasi dengan aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart System* menggunakan koneksi peralatan kontrol yang berbasis:

- 1) Gelombang radio atau *wireless fidelity* (WiFi); atau
- 2) Gelombang cahaya atau *light fidelity* (LiFi); atau

Sistem komunikasi dilengkapi dengan fasilitas *uplink* dan *downlink* sebagai sarana pengiriman dan penerimaan data.

Aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *Smart System* paling sedikit dilengkapi dengan kemampuan untuk melakukan kontrol terhadap status Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, meliputi:

- 1) jalur komunikasi sebagai media penyalur informasi/data;
- 2) sistem komunikasi sebagai basis tata cara komunikasi.
- 3) Pengaturan kuat pencahayaan;
- 4) Pencatatan konsumsi daya listrik atau *kilo Watt hour* (kWh) meter;
- 5) Pemantauan unjuk kerja perangkat elektronik;
- 6) Melakukan kontrol jarak jauh secara tersentralisasi;
- 7) Sensor dan pencatatan data kondisi lingkungan; dan
- 8) Kerusakan atau kegagalan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

Aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart system* wajib bersumber dari aplikasi *open source*, dilengkapi API (*Application Programming Interface*) dan dapat diakses tanpa melalui *software* khusus tertentu sehingga mudah apabila akan diintegrasikan ke dalam system yang dibangun oleh pemilik pekerjaan/*owner*

i. Tiang *Penyangga* dan Lengan Horisontal

Tiang penyangga didesain berbentuk tiang siku dengan 1 (satu) lengan (lengan tunggal) horisontal. Tiang penyangga terbuat dari baja karbon dengan *Yield Strength* 245 M.Pa dan *Tensile Strength* minimal 400 M.Pa.

Konstruksi tiang dirancang kokoh dengan mempertimbangkan beban yang harus ditahan antara lain beban peralatan sendiri, beban air hujan, angin, dan momen.

Konstruksi tiang dirancang dengan mempertimbangkan kemudahan pemasangan, perawatan dan perbaikan.

Semua ujung tiang yang terbuka harus diberi tutup untuk mencegah masuknya air.

Material tiang oktagonal menggunakan bahan *structural steel* SS400 atau yang setara.

Tiang penyangga dan lengan digalvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan 70 micron.

Umur teknis tiang minimal 6 (enam) tahun.

Tinggi tiang utama adalah 8 (delapan) meter. Penampang tiang berbentuk oktagonal dengan diameter yang mengecil ke atas (*tapered*). Diameter bawah tiang minimal 220 mm (8,66 inch) dan diameter atas tiang minimal 144 mm (5,67 inch). Ketebalan tiang penyangga minimal 4 (empat) mm.

Lengan horisontal terbuat dari bahan pipa baja karbon yang digalvanis. Panjang lengan horisontal adalah 4500 mm dengan diameter 3 (tiga) inch dan ketebalan minimal 3 (tiga) mm.

Lengan horisontal dilengkapi tali sling baja (*steel wire rope*) galvanized berukuran diameter $\frac{3}{4}$ inch atau sekitar 20 mm dan panjang \pm 4300 mm.

j. Tiang pengaman

Tiang pengaman terbuat dari pipa baja karbon berukuran diameter 4 (tiga) inch dan ketebalan 3 (tiga) mm. Panjang pipa yang digunakan adalah 1.500 mm. Jumlah tiang pengaman 3 (tiga) buah setiap 1 (satu) tiang utama.

Pipa diisi dengan cor beton K-175

Pondasi tiang pengaman terpisah dari pondasi tiang utama. Ukuran pondasi tiang pengaman 400 mm x 400 mm x 800 mm. Pondasi cor beton mutu minimal K-175.

Tiang pengaman dalam pondasi diikat dengan angkur pelat baja siku berukuran 60 mm x 60 mm x 6 mm.

Tiang pengaman dicat anti korosi dan *Finishing coating* warna hitam dan kuning dengan nilai *retroreflektif* minimal ASTM Tipe IV.

No	Elemen Teknis	Ukuran dan Keterangan
----	---------------	-----------------------

1	Bahan	Pipa baja diisi beton cor
2	Diameter	4"
3	Tinggi tiang pengaman	800 mm dari permukaan tanah
4	Pondasi	Minimal K-175
5	Ukuran pondasi	Atas : 400 x 400 mm
		Bawah : 400 x 400 mm
6	Pondasi tiang pengaman	800 mm
7	Jumlah tiang pengaman	Minimal 3 buah
8	Penempatan	800 mm dari tiang utama
9	Pelapisan permukaan luar	Warna hitam dan warna kuning

k. *Retroreflektif*

Tiang pengaman dilengkapi lembaran *retroreflektif* warna merah dan putih. Lembaran *retroreflektif* berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang paling sedikit 150 (seratus lima puluh) milimeter dan lebar paling sedikit 80 (delapan puluh) milimeter serta dapat berfungsi secara optimal. Lembaran *retroreflektif* terbuat dari bahan microprismatic dengan nilai *retroreflektif* minimal ASTM Tipe IV

l. Bangunan Kontruksi Pondasi

Bangunan pondasi dibuat dengan memperhatikan:

- 1) dimensi Lampu Peringatan (*Warning Light*);
- 2) berat total Lampu Peringatan (*Warning Light*);
- 3) struktur tanah lokasi pemasangan;
- 4) daya dukung tanah; dan
- 5) faktor cuaca lokasi pemasangan.

Bangunan pondasi berupa bangunan konstruksi beton cor atau *pre-cast concret* berkerangka besi pejal penuh atau *fullframe* yang memiliki kemampuan untuk menopang beban konstruksi *Warning light*.

Bangunan pondasi dibuat dengan cara:

- 1) pra-cetak atau *pre-cast*, yaitu dibuat di bengkel fabrikasi menggunakan tempat cetakan atau *moulding*) atau
- 2) dicetak langsung di lokasi pemasangan atau *cast on site*.

Bangunan pondasi ditanam di dalam tanah dengan kedalaman paling sedikit 1.700 (seribu tujuh ratus) milimeter dan bangunan pondasi harus timbul dengan ukuran tinggi paling sedikit 200 (dua ratus) millimeter di atas permukaan tanah.

Bangunan pondasi pada sisi permukaan pondasi bagian atas dibuat dan/atau ditempatkan dengan posisi tegak lurus terhadap tiang utama.

Jenis pondasi yang digunakan dalam Spesifikasi Teknis ini adalah beton cor bertulang sebagai berikut:

- 1) Mutu beton K-250;
- 2) Ukuran pondasi tiang lurus:
 - a) Penampang atas pondasi : 500 mm x 500 mm
 - b) Penampang bawah pondasi : 600 mm x 600 mm
 - c) Kedalaman pondasi minimal : 800 mm

(kedalaman pondasi disesuaikan dengan hasil *soil investigation* yang mencakup uji penetrasi, CBR, dsb)

- 3) Ukuran pondasi tiang lengkung:
 - a) Penampang atas pondasi : 600 mm x 600 mm
 - b) Penampang bawah pondasi : 800 mm x 800 mm
 - c) Kedalaman pondasi minimal : 950 mm
(kedalaman pondasi disesuaikan dengan hasil *soil investigation* yang mencakup uji penetrasi, CBR, dsb)
- 4) Ukuran pondasi tiang siku:
 - a) Penampang atas pondasi : 500 mm x 500 mm
 - b) Penampang bawah pondasi : 600 mm x 600 mm
 - c) Kedalaman pondasi minimal : 1700 mm
(kedalaman pondasi disesuaikan dengan hasil *soil investigation* yang mencakup uji penetrasi, CBR, dsb)
- 5) Rangka tulangan diameter 16 mm, sengkang diameter 10 mm
- 6) *Yield strength* besi tulangan minimal 2400 kg/cm²
- 7) Dasar lobang pondasi ditimbun pasir dan dipadatkan setinggi 50 mm
- 8) Tinggi sisi atas pondasi terhadap permukaan tanah 100 mm
- 9) Ketebalan selimut beton untuk tulangan diameter 12 mm minimal 35 mm tanpa acian.

Ukuran *base plate*, *bracket*, *bolt* dan *nut* untuk tinggi utama:

- a) *Base plate* tiang lurus : 400x400x18 mm
- b) *Base plate* tiang lengkung : 500x500x16 mm
- c) *Base plate* tiang siku : diameter 400mm x 32mm
- d) *Bracket* : 250 mm x 50 mm x 10 mm
- e) Jumlah bolt dan nut : minimal buah
- f) Ukuran bolt : M25 (ø 20 mm x 800 mm)

Bolt, nut, dan ring harus sesuai dengan ketentuan standard AASHTO M164 atau ASTM A325, *High Strength Bolt for Structural Joints*

Diameter lobang sama dengan diameter nominal bolt batang (*shank*) atau silinder (*barrel*) dengan toleransi $\pm 0,15$ mm.

Yield strength bolt angkur 1.450 kg/cm².

Kekuatan tarik *base plate* dan *bracket* minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²).

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan pelat dan pipa;
- b. Verifikasi ketebalan *zinc coating (galvanized)* tiang utama, lengan luminer, bracket, dan base plate;
- c. Pengukuran dimensi tiang utama, lengan tiang, bracket, base plate, dan tiang pengaman;
- d. Pengukuran dimensi pondasi.
- e. Pengukuran dimensi kabel penghantar dan kabel pembumian;
- f. Verifikasi luminer, perangkat kendali, catu daya, power backup;

- g. Pengukuran sistem kelistrikan, *megger test* untuk uji isolasi, *earthing test* untuk memastikan tahanan total maksimal 5 Ohm, dsb.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- b. Kekuatan tarik tiang utama, lengan tiang, bracket, dan base plate (uji laboratorium);
- c. Retro reflektivitas alat pemantul cahaya;
- d. Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis.

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- 1) Gambar Rencana Umum
- 2) Gambar Konstruksi Tiang Utama
- 3) Gambar Wiring Diagram
- 4) Gambar Konstruksi Tiang Pengaman
- 5) Gambar DED Sistem Pembumian.
- 6) Gambar Pondasi
- 7) Gambar Titik Lokasi Pemasangan (dilengkapi data koordinat);
- 8) Gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Penempatan dan pemasangan

Penempatan dan pemasangan mengacu Peraturan Menhub Nomor : PM. 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor KP.825/AJ.005/DJPD/2021 tentang Petunjuk Teknis Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

H. Alat Penerangan Jalan Listrik Konvensional

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Luminer:
 - 1) Spesifikasi Teknis Luminer;
 - 2) Sertifikat Merek dari Kemenkumham yang masih berlaku;
 - 3) Sertifikat TKDN untuk komponen utama (luminer) nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) ditambah nilai Bobot Manfaat Perusahaan (BMP) paling sedikit 40% (empat puluh persen) Termasuk BMP;
 - 4) Sertifikat ISO 9001:2015 dari lembaga sertifikasi yang terakreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - 5) Sertifikat yang diterbitkan dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN) meliputi:

- a) Sertifikat SNI IEC 60598 luminer;
 - b) Sertifikat Uji Ketahanan Garam sesuai: SNI IEC 60598-1:2016, SNI IEC 60598-2-3:2016;
 - c) Sertifikat *ingress protection* (IP) untuk luminer, minimal IP65;
 - d) Sertifikat IK rating (*impact protection*) untuk rumah lampu, minimal IK08;
 - e) Sertifikat uji tahan getaran untuk luminer, standar uji SNI IEC 60598;
 - f) Sertifikat dokumen hasil uji *electromagnetic compatibility* (EMC) berupa *total harmonic distortion* (THD) <20%;
- 6) Hasil Uji/Data *Sheet fotometri* LM 79 dan LM 80, atau IEC 025, minimal 100 lumen/watt dan minimal 36.000 jam operasi yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - 7) Memiliki file format IES, ULD atau LDT untuk simulasi *software* dari hasil uji *fotometri*;
 - 8) Hasil simulasi pemasangan luminer menggunakan *software* (Dialux, Calculux, dll) yang memuat data antara lain daya lampu, tinggi tiang, jarak antar tiang, kemiringan lengan, geometri jalan, kekuatan cahaya, overhang, dan pemerataan cahaya sebagai panduan tata cara pemasangan yang mengacu pada Tabel Kuat Pencahayaan dalam Lampiran I PM 27 tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan;
 - 9) Kemampuan produksi per bulan;
 - 10) Jaminan garansi minimal 3 (tiga) tahun untuk produk luminer;
 - 11) Produk beroperasi normal selama minimal 3 (tiga) tahun.
- b. Bangunan Pondasi
- 1) Rincian spesifikasi teknis bangunan pondasi;
 - 2) Bangunan pondasi dengan mutu beton minimal K-250 untuk tiang utama dan minimal K-125 untuk tiang pengaman;
 - 3) Uji mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test* (NDT) *hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder).
- c. Tiang Utama Alat Penerangan Jalan dan Tiang Pengaman:
- 1) Rincian Spesifikasi Teknis Tiang;
 - 2) Sertifikat/hasil uji kekuatan tarik/*tensile test* untuk tiang utama minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²) dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - 3) Produk tiang utama yang memiliki hasil uji kekuatan tarik/*tensile test* minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²);
 - 4) Pelapisan galvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron;
 - 5) Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium

pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN),
(diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);

6) Jaminan garansi umur teknis tiang utama minimal 20 (dua puluh) tahun.

d. Kabel

- 1) Rincian spesifikasi teknis kabel;
- 2) Kabel yang memenuhi standard SNI dan penyambungan dengan menggunakan kode nomenklatur menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 sesuai spesifikasi teknis yang dipersyaratkan;
- 3) Menggunakan isolator dari bahan *thermoplastik* atau *polyvinyl chloride* (PVC), *polyethylene* (XLPE) dan/atau *ethylene propylene rubber* (EPR) dengan suhu penghantar paling tinggi 70 (tujuh puluh) derajat celcius;
- 4) Pelaksanaan penyambungan catu daya PLN dan Pemasangan Kwh Meter (apabila belum ada);

e. Pembedaan

- 1) Rincian spesifikasi system pembedaan;
- 2) System penyambungan dengan pengelasan dan diterminasi dengan bahan tembaga.

f. Peralatan kontrol

- 1) Rincian spesifikasi teknis peralatan control (*smart controller dan driver*);
- 2) Sertifikat *ingress protection* (IP) *smart controller* minimal (IP) 45 dan *ingress protection* (IP) *driver* minimal (IP) 45 yang telah teruji dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- 3) Produk *ingress protection* (IP) *smart controller* minimal (IP) 45 dan *ingress protection* (IP) *driver* minimal (IP) 45 yang telah teruji dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN).

g. Peralatan *Smart system*

- 1) Rincian spesifikasi teknis *smart system*;
- 2) Apabila menggunakan *smart system*, maka akan perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart lighting System* akan bersumber dari aplikasi *open source* dan dilengkapi API (*Application Programming Interface*) serta dapat diakses tanpa melalui *software* khusus tertentu sehingga mudah apabila akan diintegrasikan ke dalam system yang sudah/akan dibangun oleh pemilik pekerjaan/*owner*.

h. Metode Pekerjaan:

- 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design* (CAD) yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail tiang APJ, lumener, *wiring* diagram lengkap, metering, pembedaan, koneksi dari sumber kelistrikan, dari *base plate*, *bracket* dan rangka pondasi;
- 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan alat penerangan jalan secara terperinci;
- 3) Melaksanakan uji beton pondasi, uji pelapisan galvanis tiang, uji kekuatan cahaya berupa pancaran dan pantulan, uji pemerataan cahaya;

2. Spesifikasi Teknis

a. Alat Penerangan Jalan Konvensional

Alat Penerangan Jalan adalah lampu penerangan jalan yang berfungsi untuk memberi penerangan pada ruang lalu lintas. Alat penerangan jalan konvensional adalah alat penerangan jalan yang membutuhkan suplai catu daya dari luar. Suplai catu daya yaitu dari sumber pembangkitan tenaga listrik (*power plant*). Jenis tegangan pada alat penerangan jalan konvensional adalah tegangan *alternating current* (AC) dengan klasifikasi tipe jaringan tegangan rendah.

Alat penerangan jalan konvensional lebih sederhana sistemnya apabila dibandingkan dengan alat penerangan jalan catu daya mandiri. Komponen utamanya hanya luminer, tiang utama, dan bangunan konstruksi. Alat penerangan jalan konvensional harus dipasang dengan standar operasi yang benar karena bekerja pada tegangan menengah yaitu 220 (230) volt yang cukup membahayakan bagi makhluk hidup apabila terjadi kebocoran arus.

Sistem kelistrikan alat penerangan jalan harus mengutamakan keselamatan, untuk itu wajib menggunakan metering dan panel hubung bagi dan kendali (PHBK) yang dilengkapi dengan proteksi arus sisa dan arus lebih. Di samping itu alat penerangan jalan konvensional juga wajib dilengkapi dengan kabel pembumian (*earthing*). Sistem pembumian alat penerangan jalan konvensional ada dua yaitu pembumian secara terpusat dan pembumian pada tiap tiang.

Alat Penerangan Jalan Konvensional memiliki beberapa keuntungan antara lain:

- 1) Tidak banyak membutuhkan perawatan
- 2) Sistem lebih sederhana
- 3) Memiliki ketahanan yang lebih bagus
- 4) Dapat dibebani dengan daya lampu yang lebih besar untuk memperoleh hasil pencahayaan yang diinginkan
- 5) Mudah dalam pemasangan

Alat Penerangan Jalan Konvensional tidak banyak membutuhkan perawatan periodic, perawatan hanya pada luminer yaitu berupa penggantian komponen apabila rusak atau diganti satu komponen. Komponen luminer yang sering mengalami kerusakan adalah *driver*. *Driver* dapat diganti sejauh cocok dan kompatibel dengan system yang ada di luminer.

b. Bangunan Pondasi

Bangunan pondasi dibuat dengan memperhitungkan:

- 1) Dimensi Alat Penerangan Jalan;
- 2) Berat total Alat Penerangan Jalan;
- 3) Struktur tanah lokasi pemasangan;
- 4) Daya dukung tanah; dan
- 5) Faktor cuaca lokasi pemasangan.

Bangunan pondasi berupa bangunan konstruksi beton cor atau *pre-cast* berkerangka besi pejal penuh atau *fullframe* yang memiliki kemampuan untuk menopang beban konstruksi Alat Penerangan Jalan.

Bangunan pondasi dibuat dengan cara:

- 1) Pra-cetak atau *pre-cast*, yaitu dibuat di bengkel fabrikasi menggunakan tempat cetakan atau moulding) atau
- 2) Dicetak langsung di lokasi pemasangan atau *cast on site*.

Jenis pondasi yang digunakan dalam Spesifikasi Teknis ini adalah beton cor bertulang sebagai berikut:

- 1) Mutu beton K-250;
- 2) Ukuran pondasi sebagai berikut:

Elemen teknis	Tinggi tiang	Ukuran pondasi
Ukuran pondasi atas	Tiang \leq 9.000 mm	600 x 600 mm
	Tiang > 9.000 – 13.000 mm	800 x 800 mm
Ukuran pondasi bawah	Tiang \leq 9.000 mm	600 x 600 mm
	Tiang > 9.000 – 13.000 mm	800 x 800 mm

- 3) Kedalaman pondasi minimal 1.200 mm (kedalaman pondasi disesuaikan dengan hasil *soil investigation* yang mencakup uji penetrasi, CBR, dsb)
- 4) Rangka tulangan diameter 12 mm, sengkang diameter 10 mm
- 5) *Yield strength* besi tulangan minimal 2.400 kg/cm²
- 6) Dasar lobang pondasi ditimbun pasir dan dipadatkan setinggi 100 mm
- 7) Tinggi sisi atas pondasi terhadap permukaan tanah 100 mm
- 8) Ketebalan selimut beton untuk tulangan diameter 12 mm minimal 35 mm tanpa acian.

c. Tiang Utama

- 1) Tiang utama dapat memiliki lengan tunggal atau lengan ganda. Tiang utama dan lengan terbuat dari baja karbon dengan kekuatan minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²). Tiang utama dan lengan digalvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron.
- 2) Penampang tiang berbentuk Bulat, octagonal, heksagonal dengan diameter yang mengecil ke atas).
- 3) Ukuran dan tinggi tiang utama adalah sebagai berikut:

Dimensi tiang utama					
Tinggi tiang (mm)	Diameter (inch)	Tinggi segmen (m)		Ketebalan (mm)	Luas penampang minimal (mm ²)
7.000	3	Segmen 2	2,5	3	698,89
	4	Segmen 1	4,5	4	1.226,48
8.000	3	Segmen 3	1,75	3,25	744,83
	4	Segmen 2	1,75	4,85	1.474,15
	5	Segmen 1	4,5	5,4	2.062,90
9.000	3	Segmen 3	2	3,25	744,83
	4	Segmen 2	2	4,5	1.372,72
	5	Segmen 1	5	4,85	1.861,17
10.000	3	Segmen 3	2,4	3,65	799,38
	4	Segmen 2	2,4	4,5	1.372,72
	5	Segmen 1	5,2	4,5	1.731,80

11.000	3	Segmen 3	2,5	4	907,29
	4	Segmen 2	2,5	4,5	1.372,72
	5	Segmen 1	6	5	1.916,37
13.000	4	Segmen 3	3	4,5	1.372,72
	5	Segmen 2	3	4,5	1.731,80
	6	Segmen 1	7	6	2.759,57

Keterangan : sambungan antar segmen dapat berupa sambungan *slip join* dengan Panjang minimal 300 mm atau sambungan flens

4) Ukuran *base plate* dan *bracket* sebagai berikut:

Tinggi tiang (mm)	Ukuran <i>Base Plate</i>	Ukuran <i>bracket</i>	Jumlah Baut	Ukuran Baut
7.000 s/d 11.000	400 x 400 x 16 mm	150 x 100 x 10 mm	≥ 4	M20
> 11.000	450 x 450 x 16 mm	150 x 120 x 10 mm	≥ 4	M24

- 5) Pada sisi tiang bagian paling bawah, tiang disambung ke pondasi beton cor melalui *base plate* yang diikat menggunakan baut;
- 6) *Base plate*, tiang utama, dan *bracket* disambung menggunakan sambunga las (*welding*) secara penuh.

d. Tiang Pengaman

- 1) Tiang pengaman terbuat dari pipa baja karbon dengan diameter 3 (tiga) inch dan ketebalan 3 (tiga) mm. Panjang pipa 1.500 mm. Jumlah tiang pengaman minimal 2 (dua) buah setiap 1 (satu) tiang utama.
- 2) Pipa diisi dengan cor beton.
- 3) Pondasi tiang pengaman terpisah dari pondasi tiang utama. Ukuran pondasi tiang pengaman 300 mm x 300 mm x 800 mm.
- 4) Kualitas pondasi cor beton minimal K-125.
- 5) Tiang pengaman dalam pondasi diikat dengan angkur pelat baja siku berukuran 60 mm x 60 mm x 6 mm.

Elemen Teknis	Ukuran dan keterangan	
Bahan	Pipa baja diisi beton cor	
Diameter	3"	
Tinggi tiang Pengaman	800 mm dari permukaan tanah	
Pondasi	Minimal K-125	
Ukuran pondasi	atas	300 x 300 mm
	bawah	300 x 300 mm
Pondasi tiang pengaman	800 mm	
Jumlah tiang Pengaman	Minimal 2 buah	
Penempatan	800 mm dari tiang utama	
Pelapisan permukaan luar	Warna hitam dan warna kuning	
	Warna hitam dan warna putih	

e. Jari jari anti panjat

- 1) Jari-jari Pelindung Anti Panjat terbuat dari baja karbon memiliki ukuran diameter luar pemasangan paling kecil 750 (tujuh ratus lima puluh) mm dengan diameter batang paling kecil 10 (sepuluh) mm;
- 2) Jari-jari Pelindung Anti Panjat memiliki paling sedikit 2 (dua) segmen dan dipasang kuat pada Tiang utama dengan sambungan klem dan/atau baut tanam;
- 3) Seluruh bagian permukaan konstruksi jari-jari pelindung antipanjat dilapisi dengan bahan pelapis anti korosi yang berupa cat anti korosi atau pelapisan zinc melalui proses galvanisasi.

f. Kabel

Kode nomenklatur kabel menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 yang digunakan dalam Spesifikasi Teknis ini adalah:

Lambang (huruf)	Arti Lambang
N	kabel standar konduktor tembaga
NA	kabel standar konduktor aluminium
Y	selubung isolasi dari bahan PVC
A	berinti tunggal
M	berinti lebih dari satu (kabel pilin / <i>twisted</i>)
F	pelindung dari kawat baja pipih
Gb	pelindung dari spiral plat baja

Kabel dalam Spesifikasi Teknis ini meliputi:

- 1) Kabel distribusi daya;
- 2) kabel instalasi penghantar arus antar komponen;
- 3) kabel instalasi system pembumian; dan
- 4) kabel instalasi bawaan komponen.

Kabel distribusi daya sebagaimana dimaksud berupa:

- 1) kabel distribusi daya lintas udara; dan
- 2) kabel distribusi daya bawah tanah atau tanam.

Kabel instalasi penghantar arus antar komponen wajib menyesuaikan dengan kebutuhan:

- 1) jumlah fase;
- 2) luas penampang;
- 3) jenis insulasi;
- 4) suhu operasi; dan
- 5) kondisi lingkungan.

Kabel instalasi pembumian (*earthing*) ditentukan berdasarkan sifat kondisi tahanan tanah di lokasi pemasangan sampai diperoleh tahanan terkecil yang dapat dicapai, yaitu dengan memperhatikan:

- 1) luas penampang;

- 2) panjang batang; dan
- 3) jumlah batang.

Kabel instalasi pembumian harus memiliki tahanan sebesar 5 (lima) ohm.

Kabel instalasi bawaan komponen merupakan kabel instalasi yang menjadi bawaan fabrikasi komponen kelistrikan.

Pengadaan dan pemasangan Alat Penerangan Jalan wajib dilengkapi dengan diagram pemasangan kabel atau wiring diagram secara lengkap dan disertai dengan kode spesifikasi kabel yang digunakan.

Kabel instalasi memiliki spesifikasi bahan sebagai berikut :

- 1) konduktor;
- 2) isolator; dan
- 3) lapisan pelindung luar.

Konduktor kabel instalasi merupakan bahan penghantar arus listrik berupa kabel berinti tunggal atau berinti banyak (*twisted pair*) yang terbuat dari bahan tembaga atau aluminium.

Isolator merupakan bahan dielektrik sebagai sekat pemisah kontak langsung antara penghantar dan lingkungan yang terbuat dari bahan *thermoplastik* atau *polyvinyl chloride (PVC)*, *polyethylene (XLPE)* dan/atau *ethylene propylene rubber (EPR)* dengan suhu penghantar paling tinggi 70 (tujuh puluh) derajat celsius.

Lapisan pelindung luar sebagaimana dimaksud di atas merupakan lapisan yang memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis, bahan kimia, api, dan pengaruh luar yang merugikan.

Kabel dipakai dan dipilih dengan mempertimbangkan:

- 1) Kemampuan Hantar Arus (KHA);
- 2) Kondisi lingkungan pemakaian;
- 3) nilai keekonomian; dan
- 4) suhu operasi dan suhu lingkungan.

Kabel diberikan standar pewarnaan sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yaitu:

- 1) kabel tenaga dengan warna:
 - coklat;
 - hitam;
 - kuning; dan
 - Merah.
- 2) kabel penghantar netral berwarna biru; dan
- 3) kabel pembumian atau earthing berwarna kuning bergaris hijau.

Kemampuan Hantar Arus (KHA) ditentukan berdasarkan besar tegangan dan kuat arus yang mengalir dalam satuan luas penampang inti dan dinyatakan dalam millimeter persegi.

Luas penampang inti penghantar arus ditentukan dengan mempertimbangkan:

- 1) suhu maksimum yang diizinkan;
- 2) susut tegangan yang diizinkan;

- 3) Stres elektromagnetis yang mungkin terjadi akibat hubung pendek atau short circuit,
- 4) Stress mekanis; dan
- 5) impedansi maksimum.

Seluruh kabel yang digunakan untuk pemasangan Alat Penerangan Jalan wajib telah terdaftar dan memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) berikut dengan perubahannya.

Spesifikasi teknis kabel distribusi daya lintas udara adalah sebagai berikut:

KABEL DAYA DISTRIBUSI UDARA	
Penggunaan	Saluran pelayanan
Tegangan maksimal	0,6 s/d 1,2 kV
Bahan	Tembaga atau Aluminium
Type	NFA atau NFAY (PUIL 2011)
Ukuran Penampang Minimum	10 mm ² Untuk Aluminium
Jenis inti kabel	Inti tunggal atau pilinan (Twisted)
Jumlah inti	2 atau lebih
Insulasi	PVC
Kapasitas hantar arus (KHA)	Disesuaikan dengan tabel KHA PUIL 2011 (tabel 7.3-12a)
Standar kualitas	SNI 04-1906-1990
Garansi	1 (Satu) Tahun

Spesifikasi teknis kabel distribusi daya bawah tanah atau tanam adalah sebagai berikut:

KABEL DAYA DISTRIBUSI TANAM (BAWAH TANAH)	
Penggunaan	Saluran pelayanan
Standar kualitas	Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 84/M-IND/PER/ 10/2014 SNI IEC 60502- 1 2009
Tegangan maksimal	0,6 s/d 1,2 kV
Kapasitas hantar arus (KHA)	Disesuaikan dengan tabel KHA PUIL 2011 (tabel B.52-1)
Bahan	Tembaga
Type	NYN atau NYFGbY (PUIL 2011)
Ukuran Penampang	≥ 4 mm ²
Jenis pilinan	pilinan tunggal atau pilinan banyak
Jumlah inti	2 atau lebih
Insulasi	PVC, XLPE, EPR
Garansi	1 (Satu) Tahun
Catatan : Kabel distribusi daya yang dipasang di bawah tanah hanya boleh disambung dengan sambungan jenis selongsong disekrup atau dipres dan diisolasi dengan material khusus resin epoksi, dengan nilai resistensi insulasi sistem 1 Mega ohm pada tegangan uji 500 volt.	

Spesifikasi teknis kabel penghantar adalah sebagai berikut:

KABEL INSTALASI PENGHANTAR	
Penggunaan	Saluran instalasi internal
Standar kualitas	Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 84/M-IND/PER/ 10/2014 SNI IEC 60502- 1 2009
Kapasitas hantar arus (KHA)	Disesuaikan dengan table KHA PUIL 2011 (tabel B.52-1)
Bahan	Tembaga
Type	NYA atau NYM (PUIL 2011)
Ukuran penampang	1,5 s/d 4 mm ²
Jenis inti kabel	Inti tunggal atau pilinan (<i>twisted</i>)
Jumlah inti	1 atau lebih
Insulasi	PVC

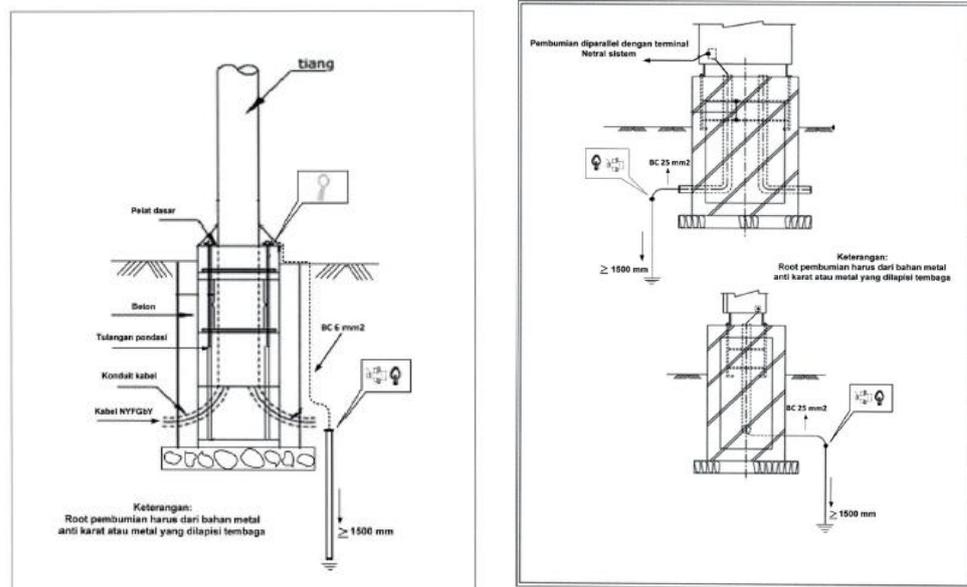
Catatan :

Luas penampang penghantar arus ditentukan berdasarkan :

- 1) Suhu maksimum yang diizinkan
- 2) Susut tegangan yang diizinkan
- 3) Stres elektromagnetik akibat hubungan pendek
- 4) Stres mekanis yang mungkin dialami penghantar
- 5) Impedans maksimum berkenaan dengan berfungsinya proteksi hubungan pendek

Spesifikasi teknis kabel system pembumian (*earthing*) adalah sebagai berikut:

KABEL SISTEM PEMBUMIAN	
ELEMEN TEKNIS	NILAI
Pembumian instalasi	TT atau TN-C-S
Metode pembumian	Dibumikan di setiap tiang dan di panel PHBK (lihat contoh Gambar)
Bahan batang konduktor	Bahan metal yang dilapisi tembaga atau bahan metal anti karat
Diameter batang konduktor	5/8" (\pm 15,875 mm)
Diameter kawat pembumian	Kawat <i>bare cooper</i> (BC) 25 mm ² untuk pembumian PHBK
	Kawat <i>bare cooper</i> (BC) 6 mm ² untuk pembumian tiang
Kedalaman batang	1.2 meter di bawah permukaan tanah
Nilai tahanan total	\leq 5 Ohm
Sistem penyambungan	dilas, dipress, diterminasi dengan bahan tembaga



Contoh Sistem Pembumian

Konektor kabel

Konektor kabel berupa:

- 1) sambungan baut;
- 2) sambungan solder;
- 3) sambungan clamp
- 4) sambungan tusuk kontak dan kotak kontak; dan
- 5) sambungan *emergency*, dengan ketentuan hanya untuk ukuran penghantar paling besar 2,5 (dua koma lima) millimeter persegi,

Konektor kabel terbuat dari bahan aluminium atau tembaga yang tahan terhadap lingkungan asam serta tahan terhadap suhu tinggi apabila terjadi hubung pendek.

Terminal

Terminal sebagaimana berupa:

- 1) terminal penghantar; dan
- 2) terminal pembumian;

Terminal harus memiliki dudukan yang terbuat dari bahan yang tidak mudah pecah atau rusak oleh gaya mekanis dan gaya termis, akibat dari penghantar yang disambung pada terminal.

g. Luminer

Luminer terdiri atas:

- 1) lampu;
- 2) komponen optik;
- 3) rumah lampu atau lantem; dan
- 4) komponen mekanik penambat Luminer.

Luminer wajib memiliki tingkat perlindungan atau *Ingress Protection (IP)* terhadap:

- 1) beban benda padat; dan

- 2) perlindungan terhadap cairan.

Tingkat perlindungan atau *Ingress protection* (IP) Luminer paling sedikit 65 (enam puluh lima). Luminer wajib memiliki kedapn dengan memasang perekat atau gasket packing pada daerah alur buka tutup untuk memberi perlindungan terhadap:

- 1) hujan;
- 2) debu;
- 3) uap air;
- 4) serangga dan binatang kecil; dan
- 5) kabut garam air laut (*salt fog*) pada Alat Penerangan Jalan yang dipasang di pinggir pantai atau laut.

Persyaratan umum luminer antara lain:

- 1) Luminer harus memenuhi persyaratan bentuk dan konstruksi guna memudahkan proses pemeliharaan dan pergantian komponen sumber cahaya, lensa optik, *driver*, unit pengatur panas (*heat sink*), dan perangkat lainnya tanpa harus menggunakan peralatan khusus atau *spécial tools*.
- 2) Luminer untuk Alat Penerangan Jalan wajib disertai data hasil uji fotometri dari laboratorium uji independen dan terakreditasi oleh Lembaga akreditasi dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN).
- 3) Lampu harus menghasilkan kualitas dan kuantitas pencahayaan sesuai dengan persyaratan keamanan, keselamatan, dan kenyamanan ruang lalu lintas serta ruang pejalan kaki.
- 4) Lampu memiliki temperatur warna atau *Correlated Colour Température* (CCT) yang disesuaikan dengan ruang lalu lintas dan kawasan pemasangan.
- 5) Dalam hal Lampu digunakan pada daerah berkabut seperti di gunung maka dapat digunakan lampu dengan temperatur penampakan warna panas (*warm*).
- 6) Rasio daya lihat Luminansi *scotopic* terhadap *photopic* atau *S/P ratio* disesuaikan dengan temperatur warna serta jenis lampu yang dapat menghasilkan persyaratan *S/P ratio*.
- 7) Rasio cahaya yang dihasilkan komponen sumber cahaya terhadap daya listrik yang dibutuhkan atau efisiensi paling sedikit sebesar 100 (seratus) lumen/ watt
- 8) Indeks rendering warna atau *Color Rendering Index* (CRI) cahaya yang dihasilkan oleh lampu atau sumber cahaya dari Luminer paling sedikit sebesar 70 (tujuh puluh).
- 9) *electromagnetic compatibility* (EMC) berupa *total harmonic distortion* (THD) maksimal 20%

Komponen optik harus memenuhi persyaratan:

- 1) memantulkan, meneruskan, dan menyebarkan cahaya tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas pencahayaan yang dihasilkan sumber cahaya;
- 2) tahan terhadap beban benturan mekanis;
- 3) tahan suhu tinggi; dan
- 4) tidak mengalami perubahan sifat dan warna pada struktur.

Rumah Lampu atau Lantern terbuat dari bahan yang tahan terhadap pengaruh lingkungan meliputi:

- 1) panas sinar matahari;
- 2) korosi lingkungan akibat kualitas udara yang buruk;
- 3) korosi air laut pada Alat Penerangan Jalan yang dipasang di pinggir pantai atau laut;
- 4) tidak bersifat menyerap panas;
- 5) mampu membuang panas; dan
- 6) tahan terhadap beban mekanis dari luar.

Komponen mekanik penambat Luminer berupa sambungan kopling atau *slip joint fitting* yang disertai pengunci antara lengan Luminer dan rumah Luminer, dengan kriteria:

- 1) kokoh pada posisinya saat terpasang;
- 2) tahan terhadap beban statik berat Luminer;
- 3) tahan terhadap beban angin;
- 4) tahan korosi; dan
- 5) tahan panas akibat radiasi sinar matahari.

Spesifikasi teknis Luminer dalam Spesifikasi Teknis ini adalah sebagai berikut:

ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
Daya lampu	Disesuaikan dengan tata cara pemasangan, geometri jalan, pemerataan cahaya dan kuat pencahayaan yang akan dicapai
Jenis lampu	LED
Standard Kualitas	Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2012
	UL/CE atau setara SNI IEC 60598-1:2016
	IEC 60598-2-3:2016
	SNI IEC 60598-2-5:2016
Efikasi	Minimal 100 Lumen/watt
Indek rendering warna, CRI (Ra)	≥ 70
Kisaran suhu warna, CCT	2700 – 6500 K
Indek perlindungan rumah lampu	IP 65
Umur teknis	36.000 Jam
Ketahanan Terhadap Vibrasi	≥ 2G
Suhu lingkungan (Ta)	35 ^o C
Suhu operasi (To)	70 ^o C
Faktor daya (cos f)	> 90 %
<i>Total harmonic distortion</i> (THD)	< 20 %
Dimming Power Control	Pulse With Modulation

ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
<i>Full Width – Half Maximum (FWHM)</i>	120° ± 10°
DATA UJI FOTOMETRI LUMINER	
<i>Isolux performance chart</i>	Grafik hasil uji
<i>Isocandle performance chart</i>	Grafik hasil uji
<i>Coefficient of utilization curves</i>	Grafik hasil uji
<i>Longitudinal light distribution</i>	hasil uji, C = 0° s/d C=180°
<i>Latéral light distribution</i>	hasil uji, C = 90° s/d C=270°
<i>Lumen maintenance curves</i>	hasil uji 90 % pada 36.000 jam operasi
<i>Lamp lumen depreciation factor,</i>	0,90
<i>Luminaire dirt depreciation factor</i>	0,95
Standar uji fotometri laboratorium	*IES LM 79 dan IES LM 80 Atau *IEC 025
*IES	<i>Illuminating Engineering Society</i>
*IEC	<i>international Electrotechnical Commission</i>
ARMATUR / RUMAH LAMPU (COVER LUMINER)	
Material	<i>Die Cast / Extrusion Aluminium high corrosion resistance</i>
Ketebalan	≥ 2 mm
Toleransi Ketebalan	± 0.5 mm (corrosion allowance)
Pelindung LED & Lensa	<i>Cover Transparent Polycarbonate (PC)</i>
Proteksi Korosi	Cat anti korosi
IK Rating	Minimal IK-08
Umur Teknis	Minimal 5 (Lima) Tahun
Garansi	Minimal 3 (tiga) Tahun
DRIVER LUMINER	
ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
Standard Kualitas	<i>UL/CE atau setara SNI dan memenuhi Restriction of Hazardous Substances (RoHS)</i>
Jenis regulator	<i>Buck/boost constant</i>
Regulasi Arus	0 - 10V DC PWM
<i>Lighting control</i>	<i>Dimming interface module 0 - 1 0V</i>
Efisiensi (η)	Minimal 90% (SNI IEC 62384)
<i>Ripple Current</i>	Maksimal 15%
THD	Maksimal 20%
Faktor daya (cos φ)	0,9
Suhu operasi maksimum	Maksimum 60° C
Tingkat kegagalan	Maksimal 5 % (per 1.000 jam)
Dimming range	100 % s/d 20 %
Umur rata - rata	50.000 jam
IP rating	Min IP 45
Ketahanan terhadap vibrasi	≥ 2 G

ELEMEN TEKNIS		KETERANGAN/NILAI/SATUAN
Phase		1 θ
Fitur pengaman		<i>Over heat protection</i> dan <i>over power protection</i> Dilengkapi dengan penyerap panas (<i>heat sink</i>)

Komponen utama Luminer:

No	Komponen Utama	Bagian-bagian	Keterangan
1	Optik	Lampu atau sumber cahaya	Memenuhi spesifikasi umum, sesuai Lampiran II huruf i
		Modul / control gear	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rumah control gear harus tahan korosi, Aluminium grade LM6 ▪ Jauh dari pengaruh panas lampu ▪ Dapat diakes dengan mudah untuk diganti, diperbaiki, dan dibersihkan ▪ Sesuai dengan spesifikasi catu daya
2	Elektrikal	Konektor	Bahan tembaga tahan suhu 240° C
		PHBK	a. Proteksi terhadap : <ul style="list-style-type: none"> - Arus lebih - Arus sisa - arus bocor b. Gawai sakelar kendali otomatis c. Gawai kontrol d. Gawai indikator
		Kapasitor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bahan yang tidak dapat terbakar ▪ Kapasitas VAR menyesuaikan $\cos \phi$ dan daya beban
3	Mekanikal	Rumah luminer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rumah luminer dari bahan <i>die cast aluminium</i> ketebalan minimum 2 mm
		Soket lampu <i>Slip fitter</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soket lampu dari bahan tahan panas dan gesekan
		<i>Hinge (engsel)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engsel dari bahan tahan korosi
		<i>Latching (pengunci)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengunci dapat merapatkan packing/ gasket dengan kuat dan kedap

h. Peralatan kontrol

Peralatan kontrol merupakan peralatan elektronik yang berupa:

- 1) komponen elektronik atau *smart controller*, dan
- 2) driver atau control gear.

Peralatan kontrol berfungsi untuk melakukan pengaturan terhadap unjuk kerja Alat Penerangan Jalan, meliputi:

- 1) kuantitas pencahayaan;
- 2) gawai penyakelaran;
- 3) informasi status keadaan normal dan abnormal komponen; dan
- 4) informasi cuaca.

Spesifikasi teknis peralatan kontrol adalah sebagai berikut:

PERALATAN KONTROL SMART LIGHTING SYSTEM	
ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
Standard Kualitas	UL/CE atau setara SNI
Tegangan input	(90-305 V (AC))
Tegangan nominal	220 V(230 V)
Frekwensi	50 Hz s/d 60 Hz
Temperatur operasi (To)	< 70°C
Temperatur ruangan (Ta)	<35°C
Kelembaban relatif	< 90%
Tingkat perlindungan	Minimal IP65
THD	< 20%
Sistem Komunikasi	Wireless RF / PLC
Standard Interkoneksi Perangkat (<i>socket</i>)	Kompatibel dengan <i>Connector Nema 7</i>
Kemampuan kontrol	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat pencahayaan (<i>intelligent dimming</i>) • Kondisi normal & abnormal • Kondisi cuaca (<i>cloud monitoring</i>) • Otomatik gawai penyakelaran • Power consumption metering
Garansi	Minimal 3 (Tiga) Tahun

i. Smart system

Alat Penerangan Jalan interkoneksi memiliki sistem komunikasi yang dapat diatur dan dimonitor secara tersentralisasi dengan aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart lighting System* menggunakan koneksi peralatan kontrol yang berbasis:

- 1) gelombang radio atau *wireless fidelity* (WiFi); atau
- 2) gelombang cahaya atau *light fidelity* (LiFi); atau
- 3) *PLC (Power Line Communication)*.

Sistem komunikasi dilengkapi dengan fasilitas *uplink* dan *downlink* sebagai sarana pengiriman dan penerimaan data.

Aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *Smart lighting System* paling sedikit dilengkapi dengan kemampuan untuk melakukan kontrol terhadap status Alat Penerangan Jalan, meliputi:

- 1) pengaturan kuat pencahayaan;
- 2) pencatatan konsumsi daya listrik atau kilo Watt hour (kWh) meter;
- 3) pemantauan unjuk kerja perangkat elektronik;

- 4) melakukan kontrol jarak jauh secara tersentralisasi;
- 5) sensor dan pencatatan data kondisi lingkungan; dan
- 6) kerusakan atau kegagalan Alat Penerangan Jalan.

Aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart lighting System* wajib bersumber dari aplikasi *open source* dilengkapi API (*Application Programming Interface*) dan dapat diakses tanpa melalui *software* khusus tertentu sehingga mudah apabila akan diintegrasikan ke dalam system yang dibangun oleh pemilik pekerjaan/*owner*

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- 1) Pengukuran ketebalan pelat dan pipa;
- 2) Verifikasi ketebalan *zinc coating (galvanized)* tiang utama, lengan luminer, bracket, base plate, dan jari-jari anti panjat;
- 3) Pengukuran dimensi tiang utama, lengan luminer, *bracket*, *base plate*, dan jari-jari anti panjat, tiang pengaman;
- 4) Pengukuran dimensi pondasi.
- 5) Pengukuran dimensi kabel penghantar dan kabel pembumian;
- 6) Pengukuran luminansi dan iluminansi lampu
- 7) Verifikasi tiang utama, peralatan kontrol, luminer, dan smart system;
- 8) Pengukuran sistem kelistrikan, *megger test* untuk uji isolasi, *earthing test* untuk memastikan tahanan total maksimal 5 Ohm.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- 1) Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- 2) Kekuatan tarik tiang utama, lengan luminer, base plate, (uji laboratorium);
- 3) Retro reflektivitas alat pemantul cahaya;

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis.

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- 1) Gambar Umum Alat Penerangan Jalan konvensional;
- 2) Gambar Konstruksi Tiang Utama;
- 3) Gambar Wiring Diagram;
- 4) Gambar Konstruksi Tiang Pagar Pengaman;
- 5) Gambar Sistem Pembumian;
- 6) Gambar Pondasi;
- 7) Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- 8) Dan gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata cara penempatan dan pemasangan

Tata cara penempatan dan pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 27 Tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan.

I. Alat Penerangan Jalan Tenaga Surya

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi:

- 1) Luminer
 - a) Rincian Spesifikasi Teknis Luminer;
 - b) Sertifikat Merk dari Kemenkumham;
 - c) Sertifikat TKDN untuk komponen utama (luminer) nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) ditambah nilai Bobot Manfaat Perusahaan (BMP) paling sedikit 40% (empat puluh persen) Termasuk BMP;
 - d) Sertifikat ISO 9001:2015 dari lembaga sertifikasi yang terakreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - e) Sertifikat yang diterbitkan dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN), meliputi:
 - (1) Sertifikat SNI IEC 60598 luminer;
 - (2) Sertifikat Uji Ketahanan Garam sesuai: SNI IEC 60598-1:2016, SNI IEC 60598-2-3:2016;
 - (3) Sertifikat *ingress protection* (IP) untuk luminer, minimal IP65;
 - (4) Sertifikat IK rating (*impact protection*) untuk rumah lampu, minimal IK08;
 - (5) Sertifikat uji tahan getaran untuk luminer, standar uji SNI IEC 60598.
 - f) Sertifikat/hasil uji *electromagnetic compatibility* (EMC) yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - g) Hasil Uji/Data *Sheet fotometri* LM 79 dan LM 80, atau IEC 025, minimal 100 lumen/watt dan minimal 36.000 jam operasi yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - h) Memiliki file format IES, ULD atau LDT untuk simulasi *software* dari hasil uji *fotometri*;
 - i) Hasil simulasi pemasangan luminer menggunakan *software* (Dialux, Calculux, dll) yang memuat data antara lain daya lampu, tinggi tiang, jarak antar tiang, kemiringan lengan, geometri jalan, kekuatan cahaya, overhang, dan pemerataan cahaya sebagai panduan tata cara pemasangan yang mengacu pada Tabel Kuat Pencahayaan dalam Lampiran I PM 27 tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan;
 - j) Jaminan garansi minimal 3 (tiga) tahun untuk produk luminer;
 - k) Produk beroperasi normal selama minimal 3 (tiga) tahun.
- 2) Bangunan Pondasi
 - a) Rincian spesifikasi teknis bangunan pondasi;

- b) Bangunan pondasi dengan mutu beton minimal K-250 untuk tiang utama dan minimal K-125 untuk tiang pengamanan;
 - c) Kegiatan uji mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder).
- 3) Tiang Utama Alat Penerangan Jalan dan Tiang Pengaman:
- a) Rincian Spesifikasi Teknis Tiang;
 - b) Sertifikat/hasil uji kekuatan tarik/*tensile test* untuk tiang utama minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²) dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - c) Menggunakan produk tiang utama yang memiliki hasil uji kekuatan tarik/*tensile test* minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²) dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - d) Pelapisan galvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron;
 - e) Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);
 - f) jaminan garansi umur teknis tiang utama minimal 20 (dua puluh) tahun.
- 4) Kabel
- a) Rincian spesifikasi teknis kabel;
 - b) Menggunakan kabel yang memenuhi standard SNI dan penyambungan dengan menggunakan kode nomenklatur menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 sesuai spesifikasi teknis yang dipersyaratkan;
 - c) Menggunakan isolator dari bahan *thermoplastik* atau *polyvinyl chloride (PVC)*, *polyethylene (XLPE)* dan/atau *ethylene propylene rubber (EPR)* dengan suhu penghantar paling tinggi 70 (tujuh puluh) derajat celcius.
- 5) Pembedaan
- a) Rincian spesifikasi system pembedaan;
 - b) System penyambungan dengan pengelasan dan diterminasi dengan bahan tembaga.
- 6) Peralatan kontrol:
- a) Rincian spesifikasi teknis peralatan control (*smart controller dan driver*);
 - b) Sertifikat *ingress protection (IP) smart controller* minimal (IP) 45 dan *ingress protection (IP) driver* minimal (IP) 45 yang telah teruji dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
 - c) Menggunakan produk *ingress protection (IP) smart controller* minimal (IP) 45 dan *ingress protection (IP) driver* minimal (IP) 45 yang telah teruji dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN).
- 7) Peralatan *Smart System*

- a) Rincian Spesifikasi Teknis *Smart System*
- b) Apabila menggunakan *smart system*, maka akan perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart lighting System* akan bersumber dari aplikasi *open source* dan dilengkapi API (*Application Programming Interface*) serta dapat diakses tanpa melalui *software* khusus tertentu sehingga mudah apabila akan diintegrasikan ke dalam system yang sudah/akan dibangun oleh pemilik pekerjaan/*owner*.

8) Baterai

- a) Rincian Spesifikasi Teknis Baterai;
- b) Sertifikat *ingress protection* (IP) baterai minimal (IP) 54 dan apabila menggunakan rumah baterai secara terpisah maka nilai minimal *ingress protection* (IP) 65;
- c) Sertifikat/hasil uji baterai sesuai SNI IEC 61427 : 2018 yang telah teruji dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN) yang masih berlakuyang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi dari lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- d) Menggunakan baterai yang memiliki sertifikat/ hasil uji setara dengan SNI IEC 61427 : 2018 dan baterai minimal (IP) 54 atau dengan rumah baterai dengan nilai minimal *ingress protection* (IP) 65 yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi dari lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- e) Jaminan garansi umur teknis baterai minimal 3 (tiga) tahun.

9) Panel Surya

- a) Rincian Spesifikasi Teknis Panel Surya;
- b) Sertifikat *ingress protection* (IP) panel surya minimal IP65 dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- c) Menggunakan panel surya yang memiliki sertifikat *ingress protection* (IP) panel surya minimal IP65 dari laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- d) Sertifikat/hasil uji panel surya sesuai SNI IEC 61215 : 2016 atau nilai hasil uji setara dengan SNI IEC 61215 : 2016 yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi dari lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- e) Menggunakan panel surya yang memiliki sertifikat SNI IEC 61215 : 2016 atau nilai hasil uji setara dengan SNI IEC 61215 : 2016 yang diterbitkan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi dari lembaga akreditasi internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN).

- f) Jaminan umur teknis panel surya minimal 15(lima belas) tahun.

10)Metode Pekerjaan:

- a) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design (CAD)* yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail tiang APJ, luminer, *wiring diagram* lengkap, sistem pembumian, sistem koneksi dari sumber kelistrikan, dari *base plate, bracket* dan rangka pondasi;
- b) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan alat penerangan jalan secara terperinci;
- c) Melaksanakan uji beton pondasi, uji pelapisan galvanis tiang, uji kekuatan cahaya berupa pancaran dan pantulan, uji pemerataan cahaya;

2. Spesifikasi Teknis

a. Alat Penerangan Jalan Tenaga Surya

Alat Penerangan Jalan adalah lampu penerangan jalan yang berfungsi untuk memberi penerangan pada ruang lalu lintas. Berdasarkan sumber catu daya, alat penerangan jalan dibedakan atas:

1) Alat penerangan jalan catu daya mandiri

Alat penerangan jalan dimana sumber catu daya dihasilkan oleh alat penerangan jalan itu sendiri melalui komponen yang dapat menghasilkan daya listrik. Sumber konversi energi listrik dapat berasal dari matahari, angin, atau sumber lainnya dengan memanfaatkan alam. Sumber konversi yang paling banyak digunakan dan paling efisien yaitu sumber energi dari matahari. Jenis tegangan adalah *direct current (DC)* dengan rentang tegangan antara 12 V sampai dengan 48 V.

2) Alat penerangan catu daya konvensional

Alat penerangan jalan yang memerlukan sumber catu daya atau membutuhkan suplai dari luar. Suplai catu daya yang paling umum dan efisien yaitu dari sumber pembangkitan tenaga listrik. Jenis tegangan adalah *alternating current (AC)* dengan tipe jaringan tegangan rendah.

Alat penerangan jalan tenaga surya memiliki beberapa keuntungan antara lain:

- 1) Tidak membutuhkan jaringan distribusi kelistrikan
- 2) Dapat dipasang secara mandiri
- 3) Tidak menimbulkan bunyi atau getaran saat beroperasi
- 4) Mengurangi efek gas rumah kaca dalam program konservasi energi
- 5) Tegangan yang bekerja rendah sehingga cukup aman bagi makhluk hidup

Alat penerangan jalan tenaga surya memiliki komponen utama yaitu panel surya, *charge controller*, baterai, dan luminer. Keempat komponen tersebut berfungsi untuk menghasilkan arus listrik dan mengubah arus listrik menjadi energi cahaya.

Alat penerangan jalan tenaga surya membutuhkan perawatan periodik terutama pada komponen pembangkit tenaga listrik. Perawatan tersebut berupa pembersihan ataupun penggantian. Komponen yang umur teknisnya

cukup rendah yaitu baterai, pada umumnya baterai akan mengalami degradasi kemampuan untuk menyimpan arus listrik sehingga perlu diganti. Sedangkan pada lumener komponen yang sering mengalami kerusakan adalah *driver*.

b. Bangunan Pondasi

Bangunan pondasi dibuat dengan memperhitungkan:

- 1) dimensi Alat Penerangan Jalan;
- 2) berat total Alat Penerangan Jalan;
- 3) struktur tanah lokasi pemasangan;
- 4) daya dukung tanah; dan
- 5) faktor cuaca lokasi pemasangan.

Bangunan pondasi berupa bangunan konstruksi beton cor atau *pre-cast concrete* berkerangka besi pejal penuh atau *fullframe* yang memiliki kemampuan untuk menopang beban konstruksi Alat Penerangan Jalan.

Bangunan pondasi dibuat dengan cara:

- 1) pra-cetak atau *pre-cast*, yaitu dibuat di bengkel fabrikasi menggunakan tempat cetakan atau moulding) atau
- 2) dicetak langsung di lokasi pemasangan atau *cast on site*.

Jenis pondasi yang digunakan dalam Spesifikasi Teknis ini adalah beton cor bertulang sebagai berikut:

- 1) Mutu beton K-250;
- 2) Ukuran pondasi sebagai berikut:

Elemen teknis	Tinggi tiang	Ukuran pondasi
Ukuran pondasi atas	Tiang \leq 9.000 mm	600 x 600 mm
	Tiang > 9.000 – 13.000 mm	800 x 800 mm
Ukuran pondasi bawah	Tiang \leq 9.000 mm	600 x 600 mm
	Tiang > 9.000 – 13.000 mm	800 x 800 mm

- 3) Kedalaman pondasi minimal 1.200 mm (kedalaman pondasi disesuaikan dengan hasil soil investigation yang mencakup uji penetrasi, CBR, dsb)
- 4) Rangka tulangan diameter 12 mm, sengkang diameter 10 mm
- 5) *Yield strength* besi tulangan minimal 2.400 kg/cm²
- 6) Dasar lobang pondasi ditimbun pasir dan dipadatkan setinggi 100 mm
- 7) Tinggi sisi atas pondasi terhadap permukaan tanah 100 mm
- 8) Ketebalan selimut beton untuk tulangan diameter 12 mm minimal 35 mm tanpa acian;

c. Tiang Utama

- 1) Tiang utama dapat memiliki lengan tunggal atau lengan ganda. Tiang utama dan lengan terbuat dari baja karbon dengan kekuatan tarik minimal 35.000 psi (2.460,74 kg/cm²). Tiang utama dan lengan digalvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron.
- 2) Penampang tiang berbentuk oktagon dengan diameter yang mengecil ke atas (*tapered*).
- 3) Ukuran dan tinggi tiang utama adalah sebagai berikut:

Dimensi tiang utama

Tinggi tiang (mm)	Diameter (inch)	Tinggi segmen (m)		Ketebalan (mm)	Luas penampang minimal (mm ²)
7.000	3	Segmen 2	2,5	3	698,89
	4	Segmen 1	4,5	4	1.226,48
8.000	3	Segmen 3	1,75	3,25	744,83
	4	Segmen 2	1,75	4,85	1.474,15
	5	Segmen 1	4,5	5,4	2.062,90
9.000	3	Segmen 3	2	3,25	744,83
	4	Segmen 2	2	4,5	1.372,72
	5	Segmen 1	5	4,85	1.861,17
10.000	3	Segmen 3	2,4	3,65	799,38
	4	Segmen 2	2,4	4,5	1.372,72
	5	Segmen 1	5,2	4,5	1.731,80
11.000	3	Segmen 3	2,5	4	907,29
	4	Segmen 2	2,5	4,5	1.372,72
	5	Segmen 1	6	5	1.916,37
13.000	4	Segmen 3	3	4,5	1.372,72
	5	Segmen 2	3	4,5	1.731,80
	6	Segmen 1	7	6	2.759,57

Keterangan : sambungan antar segmen dapat berupa sambungan slip joint dengan Panjang minimal 300 mm atau sambungan flens

4) Ukuran base plate dan bracket sebagai berikut:

Tinggi tiang (mm)	Ukuran <i>Base Plate</i>	Ukuran <i>bracket</i>	Jumlah Baut	Ukuran Baut
7.000 s/d 11.000	400 x 400 x 16 mm	150 x 100 x 10 mm	≥ 4	M20
> 11.000	450 x 450 x 16 mm	150 x 120 x 10 mm	≥ 4	M24

- 5) Pada sisi tiang bagian paling bawah, tiang disambung ke pondasi beton cor melalui base plate yang diikat menggunakan baut;
- 6) Base plate, tiang utama, dan bracket disambung menggunakan sambungan las (*welding*) secara penuh.

d. Tiang Pengaman

- 1) Tiang pengaman terbuat dari pipa baja karbon berukuran diameter 3 (tiga) inch dan ketebalan 3 (tiga) mm. Panjang pipa yang digunakan adalah 1.500 mm. Jumlah tiang pengaman minimal 2 (dua) buah setiap 1 (satu) tiang utama.
- 2) Pipa diisi dengan cor beton.
- 3) Pondasi tiang pengaman terpisah dari pondasi tiang utama. Ukuran pondasi tiang pengaman 300 mm x 300 mm x 800 mm.
- 4) Kualitas pondasi cor beton minimal K-125.

- 5) Tiang pengaman dalam pondasi diikat dengan angkur pelat baja siku berukuran 60 mm x 60 mm x 6 mm.

Elemen Teknis	Ukuran dan keterangan	
Bahan	Pipa baja diisi beton cor	
Diameter	3"	
Tinggi tiang Pengaman	800 mm dari permukaan tanah	
Pondasi	Minimal K-125	
Ukuran pondasi	atas	300 x 300 mm
	bawah	300 x 300 mm
Pondasi tiang pengaman	800 mm	
Jumlah tiang Pengaman	Minimal 2 buah	
Penempatan	800 mm dari tiang utama	
Pelapisan permukaan luar	Warna hitam dan warna kuning	
	Warna hitam dan warna putih	

e. Jari jari anti panjat

- 1) Jari-jari Pelindung Anti Panjat terbuat dari baja karbon memiliki ukuran diameter luar pemasangan paling kecil 750 (tujuh ratus lima puluh) milimeter dengan diameter batang paling kecil 10 (sepuluh) milimeter.
- 2) Jari-jari Pelindung Anti Panjat memiliki paling sedikit 2 (dua) segmen dan dipasang kuat pada Tiang utama dengan sambungan klem dan/atau baut tanam;
- 3) Seluruh bagian permukaan konstruksi jari-jari pelindung antipanjat dilapisi dengan bahan pelapis anti korosi yang berupa cat anti korosi atau pelapisan zinc melalui proses galvanisasi.

f. Panel surya

Panel surya harus memiliki kemampuan untuk menyuplai arus listrik sesuai dengan kapasitas komponen penyimpan arus yaitu baterai dengan waktu pengisian efektif paling sedikit 4 (empat) jam dalam 1 (satu) hari di daerah dengan iklim tropis.

Panel surya terbuat dari bahan silikon atau bahan lain yang ramah terhadap lingkungan.

Panel surya wajib dilengkapi pemasangan *bypass diode* untuk menghindari mengalirnya arus ke arah bagian sel yang tidak dapat menangkap sinar matahari secara sempurna atau yang terkena efek *shading*.

Panel surya dalam Spesifikasi Teknis ini terbuat dari bahan *Monocrystalline silicon* (mono-Si) atau *poly-crystalin*.

Standard kualitas Panel Surya adalah UL/CE atau setara SNI.

Daya minimal panel surya yang dibutuhkan (*Watt Peak*) disesuaikan dengan kebutuhan daya listrik yang akan disuplai yaitu kapasitas baterai dan daya lampu dengan toleransi $\pm 5\%$.

Elemen Teknis	Nilai

Jenis panel	<i>Photo Voltaic</i>	
Bahandan Tipe panel	Bahan	Silikon kristalin
	Tipe	monokristalin/polikristalin
Standar kualitas	UL/CE atau setara SNI	
Daya maksimum	Disesuaikan manajemen kebutuhan energi	
Toleransi daya	± 5 %	
Tegangan maksimal, V_{mp}	36 V	
Kuat arus maksimal, I_{mp}	8 A	
Tegangan rangkaian terbuka tanpa arus (<i>open circuit voltage</i>), V_{oc}	Maks 40 V	
Arus maksimal tanpa resistansi (<i>Short circuit current</i>), I_{sc}	Maks 10 A	
*Keterangan :	Nilai V_{mp} , I_{mp} , V_{oc} , dan I_{sc} menyesuaikan dengan karakteristik daya panel surya yang dipakai	
Efisiensi panel	> 15 %	
Efisiensi sel	> 15 %	
Suhu operasi, berdasarkan <i>Standard Test Condition</i> (**STC)	40°C s/d 85°C	
Tegangan maksimum sistem	1.000 V DC (IEC) / maksimal rangkaian seri panel surya	
Sekering (<i>fuse</i>) maksimal	Disesuaikan daya panel surya yang digunakan	
Penguat efisiensi	<i>bypass</i> dioda	
Frame rumah panel	<i>Full anodized aluminium alloy</i>	
Ingress protection	Min IP 65	
Umur teknis	≥15 tahun	

g. Baterai

Baterai jenis *maintenance free*, dilengkapi dengan *Battery Management System* (BMS) yang berfungsi sebagai regulator untuk mengatur dan memonitor kondisi baterai, yaitu:

- 1) tegangan;
- 2) kuat arus;
- 3) suhu baterai;
- 4) sel baterai;
- 5) mengatur siklus charging dan discharging; dan
- 6) mengatur balancing cell serta proteksi kelebihan daya.

Baterai memiliki kapasitas berupa volt-ampere hour tersimpan yang paling sedikit mampu menyediakan cadangan energi listrik untuk menyalakan lampu selama 3 (tiga) malam berturut-turut atau 36 (tiga puluh enam) jam operasi tanpa adanya suplai pengisian arus listrik dengan depth of discharge (DoD) baterai maksimal 80% (delapan puluh) per seratus.

Spesifikasi teknis baterai dalam Spesifikasi Teknis ini adalah sebagai berikut:

ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
Jenis Baterai	<i>lithium Ion (Li-Ion)</i> <i>Lithium Iron (Li-FePO4)</i>
***) Tegangan nominal	3,2 ~ 3,7 V/ sell

	25,6 ~ 29,6 V @ 8 sel (tergantung kelipatan jumlah sel baterai)
***) Kapasitas nominal (disesuaikan dengan kebutuhan daya lampu dan cadangan otonom)	50 Ah~ 100 Ah dst... (tegangan minimal 24 Volt)
Efisiensi	> 85%
Umur siklus baterai (pada 80% <i>depth of discharge/ DOD</i>)	1.500 s/d 3.000 siklus
Tahanan internal (arus DC)	maks 5 m Ω
Umur teknis	> 3 tahun
Kondisi operasi	
Suhu operasi	< 50°C
Suhu saat pengisian	< 45°C
Suhu penyimpanan	<45° C
Indek proteksi	IP 54
Waktu pengisian	3 s/d 4 jam maksimal per hari
Arus pengisian maksimal	0,5C (C merupakan kapasitas dalam Ah)
Batas tegangan pengisian maksimal	14,4 V ~ 16,8 V (@ 4 sell/kelipatannya)
Batas tegangan pengisian minimal	11,2V~ 12V ((a), 4 sell/kelipatannya)
Kelembaban relatif (RH)	25 % s/d 85%
<i>Balancing cell</i>	<i>Wajib Battery management System (BMS)</i>
Keterangan : Nilai Tegangan Charge, Tegangan Discharge, menyesuaikan dengan karakteristik baterai (Lithium Ion atau Lithium Iron)	
RUMAH BATERAI (JIKA MENGGUNAKAN RUMAH BATERAI SECARA TERPISAH)	
Bahan	Aluminium / Plat Besi Baja
Ukuran	Disesuaikan dengan ukuran baterai
Posisi	Diletakkan pada tiang di bawah PV modul / Diletakkan pada tiang atau ditempatkan sesuai spesifikasi produk masing-masing.
Cat	<i>Powder coating / Anodizing</i>
Sertifikasi IP	Min. IP 65
Garansi	Minimal 3 (tiga) Tahun

h. Kabel

Kode nomenklatur kabel menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 yang digunakan dalam Spesifikasi Teknis ini adalah:

Lambang (huruf)	Arti Lambang
-----------------	--------------

N	kabel standar konduktor tembaga
NA	kabel standar konduktor aluminium
Y	selubung isolasi dari bahan PVC
A	berinti tunggal
M	berinti lebih dari satu (kabel pilin / <i>twisted</i>)
F	pelindung dari kawat baja pipih
Gb	pelindung dari spiral plat baja

Kabel dalam Spesifikasi Teknis ini meliputi:

- 1) Kabel instalasi penghantar arus antar komponen;
- 2) Kabel instalasi sistem pembumian; dan
- 3) Kabel instalasi bawaan komponen.

Kabel instalasi penghantar arus antar komponen wajib menyesuaikan dengan kebutuhan:

- 1) Jumlah fase;
- 2) Luas penampang;
- 3) Jenis insulasi;
- 4) Suhu operasi; dan
- 5) Kondisi lingkungan.

Kabel instalasi sistem pembumian (*earthing*) ditentukan berdasarkan sifat kondisi tahanan tanah di lokasi pemasangan sampai diperoleh tahanan terkecil yang dapat dicapai, yaitu dengan memperhatikan:

- 1) luas penampang;
- 2) panjang batang; dan
- 3) jumlah batang.

Kabel instalasi sistem pembumian harus memiliki tahanan sebesar 5 (lima) ohm. Kabel instalasi bawaan komponen merupakan kabel instalasi yang menjadi bawaan fabrikasi komponen kelistrikan.

Pengadaan dan pemasangan Alat Penerangan Jalan wajib dilengkapi dengan diagram pemasangan kabel atau *wiring diagram* secara lengkap dan disertai dengan kode spesifikasi kabel yang digunakan.

Kabel instalasi memiliki spesifikasi bahan sebagai berikut :

- 1) konduktor;
- 2) isolator; dan
- 3) lapisan pelindung luar.

Konduktor kabel instalasi merupakan bahan penghantar arus listrik berupa kabel berinti tunggal atau berinti banyak (*twisted pair*) yang terbuat dari bahan tembaga atau aluminium.

Isolator merupakan bahan dielektrik sebagai sekat pemisah kontak langsung antara penghantar dan lingkungan yang terbuat dari bahan *thermoplastik* atau *polyvinyl chloride* (PVC), *polyethylene* (XLPE) dan/atau *ethylene propylene rubber* (EPR) dengan suhu penghantar paling tinggi 70 (tujuh puluh) derajat celsius.

Lapisan pelindung luar sebagaimana dimaksud di atas merupakan lapisan yang memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis, bahan kimia, api, dan pengaruh luar yang merugikan.

Kabel dipakai dan dipilih dengan mempertimbangkan:

- 1) Kemampuan Hantar Arus (KHA);
- 2) Kondisi lingkungan pemakaian;
- 3) Nilai keekonomian; dan
- 4) Suhu operasi dan suhu lingkungan.

Kabel diberikan standar pewarnaan sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yaitu:

- 1) kabel tenaga dengan warna:
 - coklat;
 - hitam;
 - kuning; dan
 - Merah.
- 2) kabel penghantar netral berwarna biru; dan
- 3) kabel pembumian atau earthing berwarna kuning bergaris hijau.

Kemampuan Hantar Arus (KHA) ditentukan berdasarkan besar tegangan dan kuat arus yang mengalir dalam satuan luas penampang inti dan dinyatakan dalam milimeter persegi.

Luas penampang inti penghantar arus ditentukan dengan mempertimbangkan :

- 1) suhu maksimum yang diizinkan;
- 2) susut tegangan yang diizinkan;
- 3) stres elektromagnetis yang mungkin terjadi akibat hubung pendek atau short circuit,
- 4) stres mekanis; dan
- 5) impedansi maksimum.

Seluruh kabel yang digunakan untuk pemasangan Alat Penerangan Jalan wajib telah terdaftar dan memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) berikut dengan perubahannya.

Spesifikasi teknis kabel penghantar adalah sebagai berikut:

KABEL INSTALASI PENGHANTAR	
Penggunaan	Saluran instalasi internal
Standar kualitas	Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 84/M-IND/PER/ 10/2014 SNI IEC 60502- 1 2009
Kapasitas hantar arus (KHA)	Disesuaikan dengan table KHA PUIL 2011 (tabel B.52-1)
Bahan	Tembaga
Type	NYYHY (PUIL 2011)
Ukuran penampang minimal	Kabel Lampu NYYHY 2x1,5mm ² Kabel Catudaya/Panel Surya NYYHY 2x6mm ²
Jenis inti kabel	Inti tunggal atau pilinan (<i>twisted</i>)

Jumlah inti	1 atau lebih
Insulasi	PVC

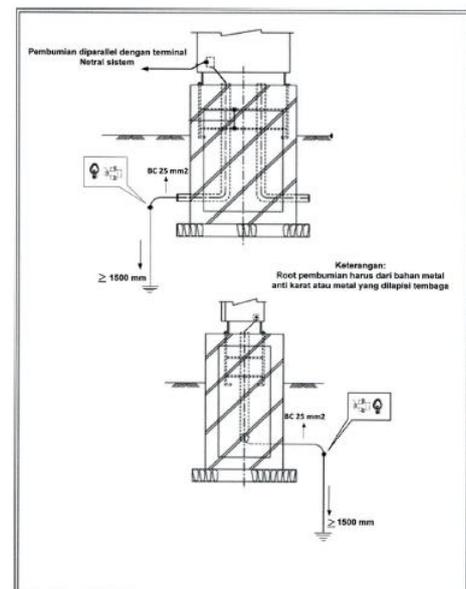
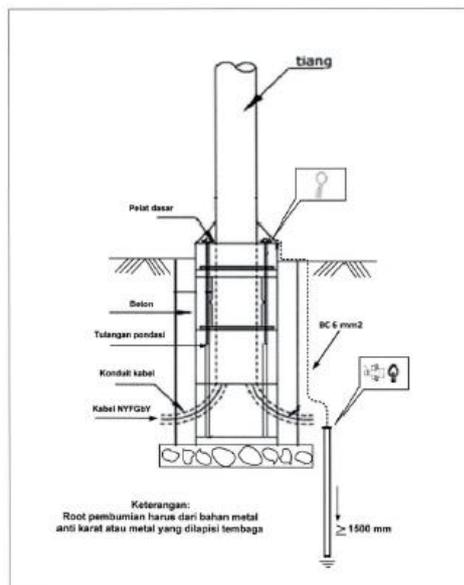
Catatan :

Luas penampang penghantar arus ditentukan berdasarkan :

- 1) Suhu maksimum yang diizinkan
- 2) Susut tegangan yang diizinkan
- 3) Stres elektromagnetik akibat hubungan pendek
- 4) Stres mekanis yang mungkin dialami penghantar
- 5) Impedans maksimum berkenaan dengan berfungsinya proteksi hubungan pendek

Spesifikasi teknis kabel sistem pembumian (*earthing*) adalah sebagai berikut:

KABEL SISTEM PEMBUMIAN	
ELEMEN TEKNIS	NILAI
Pembumian instalasi	TT atau TN-C-S
Metode pembumian	Dibumikan di setiap tiang (lihat contoh Gambar)
Bahan batang konduktor	Bahan metal yang dilapisi tembaga atau bahan metal anti karat
Diameter batang konduktor	5/8" ($\pm 15,875$ mm)
Diameter kawat pembumian	Kawat bare cooper (BC) 6 mm ² untuk pembumian tiang
Kedalaman batang	1.2 meter di bawah permukaan tanah
Nilai tahanan total	≤ 5 Ohm
Sistem penyambungan	dilas, dipress, diterminasi dengan bahan tembaga



Contoh Sistem Pembumian

i. Konektor kabel

Konektor kabel berupa:

- Sambungan baut;
- Sambungan solder;
- Sambungan clamp
- Sambungan tusuk kontak dan kotak kontak; dan
- Sambungan puntir atau sambungan *emergency*, dengan ketentuan hanya untuk ukuran penghantar paling besar 2,5 (dua koma lima) milimeter persegi.

Konektor kabel terbuat dari bahan aluminium atau tembaga yang tahan terhadap lingkungan asam serta tahan terhadap suhu tinggi apabila terjadi hubung pendek.

j. Terminal

Terminal sebagaimana berupa:

- 1) Terminal penghantar; dan
- 2) Terminal pembumian;

Terminal harus memiliki dudukan yang terbuat dari bahan yang tidak mudah pecah atau rusak oleh gaya mekanis dan gaya termis, akibat dari penghantar yang disambung pada terminal.

k. Kontrol Catu Daya

Kontrol manajemen catu daya untuk Alat Penerangan Jalan catu daya mandiri harus mampu untuk melakukan pencatatan, pengaturan, dan proteksi terhadap:

- 1) Kapasitas daya baterai;
- 2) Kondisi sel baterai;
- 3) Suhu baterai;
- 4) Kondisi sel panel surya;
- 5) Konsumsi pemakaian energi; dan
- 6) Peralatan proteksi

Spesifikasi teknis Kontrol manajemen catu daya dalam Spesifikasi Teknis ini adalah sebagai berikut:

KONTROL CATU DAYA LISTRIK TENAGA SURYA <i>SOLAR CHARGE CONTROLLER (SCC) / BATTERY CHARGE REGULATOR (BCR)</i>	
ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
<i>Control Mode</i>	<i>Maximum power point tracking (MPPT)</i>
Tegangan system	24 Volt
Kelistrikan	Tegangan input maksimal 48 V
	<i>Boost charging voltage</i> minimal $15 \pm 0,2$ V
	<i>Float charging voltage</i> minimal $13 \pm 0,2$ V
	Arus pengisian minimal 15 A

<i>Electronic blocking/protection</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah polarisasi arus listrik balik dari baterai ke panel surya • <i>Overcharging</i> • <i>Overloading</i> • <i>Overheating</i>
Metode charging	MPPT 3 tahap (<i>bulk, absorption, floating</i>)
Suhu operasi	< 50 ⁰ C
Suhu lingkungan	< 60 ⁰ C
Effisiensi	MPPT 90%
Pendinginan	Pendinginan alami (angin)
IP	IP 45
Kelembaban relatif	95% non condensing
Proteksi	<ul style="list-style-type: none"> • Tegangan lebih • Hubungan singkat • Tahan kandungan kadar garam tinggi • Tahan vibrasi minimal 2G
Sun Switch	Pada malam hari lampu menyala otomatis & pada pagi hari mati otomatis
LED DRIVER	
Jenis Led Driver	<i>Constant Current</i>
Sistem Topologi	<i>Boost Converter</i>
Sistem Dimming	<i>Pulse Width Modulation (PWM)/RS485/DALI</i>
Tegangan Input Baterai	Max. 29.4 Volt DC
Tegangan Output	Max. 72 Volt DC
Efisiensi	Min. 90%
Garansi	3 (Tiga) Tahun
<p>Keterangan :</p> <p>Nilai dari Tegangan Input PV Modules, Tegangan Charge, Tegangan Discharge, Tegangan input Baterai, Tegangan Output menyesuaikan dengan karakteristik <i>Solar Charge Controller (SCC) / Battery Charge Regulator (BCR)</i></p>	

I. Luminer

Luminer terdiri atas:

- 1) Lampu;
- 2) Komponen optik;
- 3) Rumah lampu atau lantem; dan
- 4) Komponen mekanik penambat Luminer.

Luminer wajib memiliki tingkat perlindungan atau *Ingress Protection (IP)* terhadap:

- 1) Beban benda padat; dan
- 2) Perlindungan terhadap cairan.

Tingkat perlindungan atau Indeks Perlindungan (IP) Luminer paling sedikit 65 (enam puluh lima). Luminer wajib memiliki kekedapan dengan memasang perekat

atau gasket packing pada daerah alur buka tutup untuk memberi perlindungan terhadap:

- 1) Hujan;
- 2) Debu;
- 3) Uap air;
- 4) Serangga dan binatang kecil; dan
- 5) Kabut garam air laut (*salt fog*) pada Alat Penerangan Jalan yang dipasang di pinggir pantai atau laut.

Persyaratan umum luminer antara lain:

- 1) Luminer harus memenuhi persyaratan bentuk dan konstruksi guna memudahkan proses pemeliharaan dan pergantian komponen sumber cahaya, lensa optik, *driver*, unit pengatur panas (*heat sink*), dan perangkat lainnya tanpa harus menggunakan peralatan khusus atau *spécial tools*.
- 2) Luminer untuk Alat Penerangan Jalan wajib disertai data hasil uji dari laboratorium uji independen dan terakreditasi oleh Lembaga akreditasi dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN).
- 3) Lampu harus menghasilkan kualitas dan kuantitas pencahayaan sesuai dengan persyaratan keamanan, keselamatan, dan kenyamanan ruang lalu lintas serta ruang pejalan kaki.
- 4) Lampu memiliki temperatur warna atau *Correlated Colour Température* (CCT) yang disesuaikan dengan ruang lalu lintas dan kawasan pemasangan.
- 5) Dalam hal Lampu digunakan pada daerah berkabut seperti di gunung maka dapat digunakan lampu dengan temperatur penampakan warna panas (*warm*).
- 6) Rasio daya lihat Luminansi *scotopic* terhadap *photopic* atau *S/P ratio* disesuaikan dengan temperatur warna serta jenis lampu yang dapat menghasilkan persyaratan *S/P ratio*.
- 7) Rasio cahaya yang dihasilkan komponen sumber cahaya terhadap daya listrik yang dibutuhkan atau efisiensi paling sedikit sebesar 100 (seratus) lumen/ watt dengan toleransi 85% (delapan puluh lima per seratus persen) dari nilai efisiensi minimum.
- 8) Indeks rendering warna atau *Color Rendering Index* (CRI) cahaya yang dihasilkan oleh lampu atau sumber cahaya dari Luminer paling sedikit sebesar 70 (tujuh puluh).
- 9) Luminer harus memiliki ketahanan terhadap EMI (*Electromagnetic interference*) atau lulus uji EMC (*electromagnetic compatibility*).

Komponen optik harus memenuhi persyaratan:

- 1) Memantulkan, meneruskan, dan menyebarkan cahaya tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas pencahayaan yang dihasilkan sumber cahaya;
- 2) Tahan terhadap beban benturan mekanis;
- 3) Tahan suhu tinggi; dan
- 4) Tidak mengalami perubahan sifat dan warna pada struktur.

Rumah Lampu atau Lantern terbuat dari bahan yang tahan terhadap pengaruh lingkungan meliputi:

- 1) Panas sinar matahari;
- 2) Korosi lingkungan akibat kualitas udara yang buruk;
- 3) Korosi air laut pada Alat Penerangan Jalan yang dipasang di pinggir pantai atau laut;
- 4) Tidak bersifat menyerap panas;
- 5) Mampu membuang panas; dan
- 6) Tahan terhadap beban mekanis dari luar.

Komponen mekanik penambat Luminer berupa sambungan kopling atau *slip joint fitting* yang disertai pengunci antara lengan Luminer dan rumah Luminer, dengan kriteria:

- 1) Kokoh pada posisinya saat terpasang;
- 2) Tahan terhadap beban statik berat Luminer;
- 3) Tahan terhadap beban angin;
- 4) Tahan korosi; dan
- 5) Tahan panas akibat radiasi sinar matahari.

Spesifikasi teknis Luminer dalam Spesifikasi Teknis ini adalah sebagai berikut:

ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
Daya lampu	Disesuaikan dengan tata cara pemasangan, geometri jalan, pemerataan cahaya dan kuat pencahayaan yang akan dicapai
Kebutuhan daya, @ 3 malam (36 jam)	Disesuaikan dengan daya lampu dan jumlah lampu
Kebutuhan daya, 80% DoD Baterai	
Jenis lampu	LED
Standard Kualitas	Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2012
	UL/CE atau setara SNI IEC 60598-1:2016
	IEC 60598-2-3:2016
Efikasi	SNI IEC 60598-2-5:2016
	Minimal 100 Lumen/watt
Indek rendering warna, CRI (Ra)	≥ 70
Kisaran suhu warna, CCT	2700-6500K
Indek perlindungan rumah lampu	IP 65
Umur teknis	36.000 Jam
Ketahanan Terhadap Vibrasi	≥ 2G
Suhu lingkungan (Ta)	35 ^o C
Suhu operasi (To)	70 ^o C
Faktor daya (cos f)	> 90 %

Dimming Power Control	Pulse With Modulation
<i>Full Width – Half Maximum (FWHM)</i>	120° ± 10°
DATA UJI FOTOMETRI LUMINER	
<i>Isolux performance chart</i>	Grafik hasil uji
<i>Isocandle performance chart</i>	Grafik hasil uji
<i>Coefficient of utilization curves</i>	Grafik hasil uji
<i>Longitudinal light distribution</i>	hasil uji, C = 0° s/d C=180°
<i>Latéral light distribution</i>	hasil uji, C = 90° s/d C=270°
<i>Lumen maintenance curves</i>	hasil uji 90 % pada 36.000 jam operasi
<i>Lamp lumen depreciation factor,</i>	0,90
<i>Luminaire dirt depreciation factor</i>	0,95
Standar uji fotometri laboratorium	*IES LM 79 dan IES LM 80 Atau *IEC 025
*IES	<i>Illuminating Engineering Society</i>
*IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ARMATUR / RUMAH LAMPU (COVER LUMINER)	
Material	<i>Die Cast / Extrusion Aluminium high corrosion resistance</i>
Ketebalan	≥ 2 mm
Toleransi Ketebalan	± 0.5 mm (<i>corrosion allowance</i>)
Pelindung LED & Lensa	Cover Transparent Polycarbonate (PC)
Proteksi Korosi	Cat anti korosi
IK Rating	Minimal IK-08
Umur Teknis	Minimal 5 (Lima) Tahun
Garansi	Minimal 3 (tiga) Tahun

Komponen utama Luminer:

No	Komponen Utama	Bagian-bagian	Keterangan
1	Optik	Lampu atau sumber cahaya	Memenuhi spesifikasi umum, sesuai Lampiran II huruf i
2	Elektrikal	Rangkaian penghantar listrik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexible ▪ Terisolasi dengan baik ▪ Terminal dari bahan kuningan tahan karat Electrical shock protection
		Modul / control gear	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rumah control gear harus tahan korosi, Aluminium grade LM6 ▪ Jauh dari pengaruh panas lampu ▪ Dapat diakes dengan mudah untuk diganti, diperbaiki, dan dibersihkan

			Sesuai dengan spesifikasi catu daya
		Konektor	Bahan tembaga tahan suhu 240° C
3	Mekanikal	Rumah luminer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rumah luminer dari bahan <i>die cast aluminium</i> ketebalan minimum 2 mm ▪ Soket lampu dari bahan tahan panas dan gesekan ▪ Engsel dari bahan tahan korosi ▪ Pengunci dapat merapatkan packing/gasket dengan kuat dan kedap
		Soket lampu	
		Slip fitter	
		Hinge (engsel)	
		Latching (pengunci)	

m. Peralatan kontrol

Peralatan kontrol merupakan peralatan elektronik yang berupa:

- 1) komponen elektronik atau *smart controller*, dan
- 2) Driver atau control gear.

Peralatan kontrol berfungsi untuk melakukan pengaturan terhadap unjuk kerja Alat Penerangan Jalan, meliputi:

- 1) Luantitas pencahayaan;
- 2) Gawai penyakelaran;
- 3) Informasi status keadaan normal dan abnormal komponen; dan
- 4) Informasi cuaca.

Spesifikasi teknis peralatan kontrol adalah sebagai berikut:

PERALATAN KONTROL <i>SMART LIGHTING SYSTEM</i>	
ELEMEN TEKNIS	KETERANGAN/NILAI/SATUAN
Standard Kualitas	UL/CE atau setara SNI
Tegangan input	12 - 48 V (DC)
Temperatur operasi (To)	< 70°C
Temperatur ruangan (Ta)	<35°C
Kelembaban relatif	< 90%
Tingkat perlindungan	Min IP45
Sistem komunikasi	Wireless RF
Standard Interkoneksi Perangkat (Socket)	Kompatibel dengan <i>Connector Nema 7</i>
Kemampuan kontrol	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat pencahayaan (intelligent dimming) • Kondisi normal & abnormal • Kondisi cuaca (cloud monitoring) • Otomatik gawai penyakelaran • Power consumption metering
Garansi	Minimal 3 (Tiga) tahun

n. *Smart system*

Alat Penerangan Jalan interkoneksi memiliki sistem komunikasi yang dapat diatur dan dimonitor secara tersentralisasi dengan aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart lighting System* menggunakan koneksi peralatan kontrol yang berbasis:

- 1) Gelombang radio atau *wireless fidelity* (WiFi); atau
- 2) Gelombang cahaya atau *light fidelity* (LiFi); atau

Sistem komunikasi dilengkapi dengan fasilitas *uplink* dan *downlink* sebagai sarana pengiriman dan penerimaan data.

Aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *Smart lighting System* paling sedikit dilengkapi dengan kemampuan untuk melakukan kontrol terhadap status Alat Penerangan Jalan, meliputi:

- 1) Pengaturan kuat pencahayaan;
- 2) Pencatatan konsumsi daya listrik atau kilo Watt hour (kWh) meter;
- 3) Pemantauan unjuk kerja perangkat elektronik;
- 4) Melakukan kontrol jarak jauh secara tersentralisasi;
- 5) Sensor dan pencatatan data kondisi lingkungan; dan
- 6) Kerusakan atau kegagalan Alat Penerangan Jalan.

Aplikasi perangkat lunak (*software*) cerdas atau *smart lighting System* wajib bersumber dari aplikasi *open source*, dilengkapi API (*Application Programming Interface*) dan dapat diakses tanpa melalui *software* khusus tertentu sehingga mudah apabila akan diintegrasikan ke dalam system yang dibangun oleh pemilik pekerjaan / *owner*

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan pelat dan pipa;
- b. Verifikasi ketebalan *zinc coating* (galvanized) tiang utama, lengan luminer, bracket, base plate, dan jari-jari anti panjat;
- c. Pengukuran dimensi tiang utama, lengan luminer, bracket, base plate, dan jari-jari anti panjat, tiang pengaman;
- d. Pengukuran dimensi pondasi.
- e. Pengukuran dimensi kabel penghantar dan kabel pembumian;
- f. Pengukuran luminansi dan iluminansi lampu
- g. Verifikasi baterai, peralatan kontrol, driver, kontrol catu daya, panel surya, smart system;
- h. Pengukuran sistem kelistrikan, megger test untuk uji isolasi, earthing test untuk memastikan tahanan total maksimal 5 Ohm.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test* (NDT) *hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- b. Kekuatan tarik tiang utama, lengan luminer, bracket, base plate, dan tiang pengaman (uji laboratorium);
- c. Retro reflektivitas alat pemantul cahaya;

- d. Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis ini.

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Konstruksi Tiang Utama;
- c. Gambar Wiring Diagram;
- d. Gambar Konstruksi Tiang Pengaman;
- e. Gambar DED Sistem Pembumian;
- f. Gambar Pondasi;
- g. Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- h. Dan gambar teknis lain yang diperlukan

5. Tata cara penempatan dan pemasangan

Tata cara penempatan dan pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 27 Tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan.

J. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan Jenis Pagar Pengaman Semi Kaku (*Guardrail*).

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Lempengan besi (beam):
 - 1) Rincian Spesifikasi Teknis;
 - 2) Sertifikat hasil uji *Yield strenght*;
 - 3) Sertifikat hasil uji *Tensile Stralatength*;
 - 4) Pelaksanaan pelapisan anti korosi dan oksidan dengan metode galvanisasi berupa proses *hot dip galvanized*
 - 5) Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);
 - 6) Jaminan garansi minimal 10(sepuluh) tahun untuk *guardrail*
- b. Metode Pekerjaan:
 - 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design* (CAD) yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail tiang penyangga (post), terminal end, pondasi;
 - 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan produksi *guardrail* sampai proses galvanisasi berupa proses *hot dip galvanized* secara terperinci;

3) Melaksanakan uji beton pondasi, pengetesan material sebelum produksi.

2. Spesifikasi Teknis

a. Komponen Utama

Lempengan besi (*beam*), tiang penyangga (*post*) dan *blocking piece* serta terminal end terbuat dari material pelat baja karbon dengan *yield strenght* minimal 345 Mpa (50.000 Psi) dan *Tensile Strength* minimal 483Mpa (70.000 Psi) yang digalvanis dengan ketebalan minimal 70 (tujuh puluh) mikron.

Komposisi dan syarat mutu bahan plat baja harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Tipe	Komposisi Bahan Dasar Logam		Komposisi Kimia Bahan Pelapis		Sifat Mekanik		Berat Lapisan Seng Minimum
	Simbol	Kadar Max (%)	Simbol	Kadar Max (%)	Batas ulur minimum (MPa)	Regang minimum (%)	
Pagar Pengaman	C	0,15	Zn	99,98	*230	16	900
	P	0,05	Al	0,02			
	S	0,05					
	Mn	0,05					
	Si	0,06					

Sumber : SNI

C = Karbon Si = Silikon

P = Pospor Zn = Seng

S = Belerang Al = Alumunium

Mn = Mangan .* = Sesuai SII.0318 – 80

b. Lempengan Besi (W beam) dan Tiang Penyangga (post)

Lempengan besi (W beam) bergelombang (*corrugated steel*) dan Tiang penyangga (post) berukuran sebagaimana SNI berikut:

Ukuran Pelat Bergelombang (*Corrugated Steel Plate*)

Keterangan	Tebal T Mm	Luas A mm ²	Momen Inersia terhadap sumbu x Ix 10 ⁶ mm ⁴	Momen Inersia terhadap sumbu y Ly 10 ⁶ mm ⁴	Momen Perlawanan terhadap sumbu x Wx 10 ³ mm ³	Momen Perlawanan terhadap sumbu y Wy 10 ³ mm ³	Berat/m Kg
Pagar Pengaman	2,7	1284	12,49	0,96	80,30	22,45	10,00
Tiang	4,5	1368	6,96	1,27	78,19	18,19	10,74
	6.0	1825	7,38	1,36	105,48	19,46	14,33

Tipe

Pagar Pengaman			
P (mm)	T%	L (mm)	T %
4000 std	1 Maks	312 Std	1 maks

Sumber : SNI

Keterangan : P = Panjang L = Lebar T = Toleransi

c. *W Beam*

Dimensi *W Beam* adalah sebagai berikut:

1) Penampang melintang:

- a) Tebal : 2,7mm
- b) Lebar : 312mm
- c) Tebal lekukan : 83mm
- d) Jari-jari lekukan : 240 mm

2) Panjang lempengan:

- a) Panjang total lempengan : 4.300mm
- b) Panjang efektif lempengan : 4.000 mm

d. Terminal End

Dimensi Terminal End adalah sebagai berikut:

1) Penampang melintang sesuai dengan ukuran *W Beam*:

2) Penampang memanjang dengan ukuran minimal:

- a) Panjang total : 725mm
- b) Panjang efektif : 540mm
- c) Jari-jari lekukan luar : 240mm
- d) Jari-jari lekukan dalam : 580mm
- e) Tebal lekukan : 250mm

e. Tiang Penyangga (*Post*)

Tiang penyangga (*post*) adalah merupakan suatu tiang berbentuk "*letter U*" yang kokoh dengan ketebalan penampang plat 4.5 mm atau 6 mm dan berfungsi untuk menegakkan dan memperkokoh berdirinya lempengan besi. Tiang penyangga mempunyai ukuran minimal sebagai berikut :

- 1) lebar : 178 mm atau 175 mm
- 2) ketebalan : 4,5 mm atau 6 mm
- 3) Panjang total : 1.800 mm

Tinggi efektif tiang di atas permukaan tanah terhadap *W beam* adalah : 655 mm

f. *Blocking Piece*

Besi Pengikat (*blocking piece*) adalah profil baja berbentuk "*letter U*" dengan ketebalan penampang plat minimal 6 mm, panjang 352 mm, lebar 180 mm dan ketebalan blocking 6 mm, yang berfungsi sebagai pengikat antara tiang penyangga dengan lempengan besi (*beam*).

g. Baut, Mur, Dan Ring/*Washer*

Baut (*bolt*), mur (*nut*), dan ring/*washer* terbuat dari material yang sama dengan komponen utama.

Baut yang digunakan untuk sambungan *W Beam* harus memenuhi seperti tabel berikut :

Ukuran dan Toleransi

Ukuran dan Toleransi			
Panjang (mm)	Toleransi (mm)	Diameter (mm)	Toleransi (mm)
32	+2	15	+1
	-2		-1

Sumber : SNI

Baut (bolt) pengikat berupa baut jenis payung dan mur (nut) diameter 16 mm untuk beam, baut jenis payung dan mur diameter 16 mm untuk *blocking* dan baut dan mur jenis hexagonal diameter 16 mm untuk tiang (post) serta besi pengikat yang berfungsi untuk penyambung dan mengikat W Beam ke Post dengan mempunyai bahan yang sama dengan W Beam.

h. Alat Pemantul Cahaya (*reflektor*).

Alat pemantul cahaya (*reflektor*) terdiri terbuat dari material pelat yang sama dengan komponen utama dan dilapisi dengan bahan *retroreflektif* dari bahan *microprismatic* berbentuk lingkaran dengan ukuran diameter minimal 80 mm (delapan puluh milimeter) dengan nilai *retroreflektif* minimal *American Standard Testing and Material (ASTM)* minimal tipe IV.

Bentuk dan ukuran alat pemantul cahaya berupa pelat baja yang dilapisi bahan *retroreflektif microprismatic* sama dengan alur penampang melintang *W Beam*. Pelat alat pemantul cahaya dan Base plate-nya memiliki ketebalan yang sama dengan ketebalan pelat *W Beam*.

i. Warna

- 1) *W Beam, Post, Blocking Piece, Terminal End, Bolt, Nut, Ring/Washer*, pelat *reflektor* tetap menggunakan warna asli (*zinc coated*).
- 2) Lembar *retroreflective* berbahan *microprismatic / high intensity prismatic* berwarna merah (sebelah kiri arah lalu lintas) dan berwarna putih (sebelah kanan arah lalu lintas). Nilai *retroreflective* sesuai ASTM Tipe IV

j. Pemasangan

Pagar pengaman (*guardrail*) ditempatkan dan dipasang:

- 1) pada tepi luar badan jalan dengan jarak paling dekat 600 (enam ratus) milimeter dari tepi bahu jalan;
- 2) sejajar terhadap sumbu jalan
- 3) Pagar pengaman semi kaku ditempatkan dan dipasang dengan pondasi berupa cor apabila:
 - a) panjang pemasangan pagar pengaman tidak lebih dari 12 (dua belas) meter;
 - b) terdapat utilitas bangunan di belakang pagar pengaman dengan jarak ruang bebas paling besar 2,5 (dua setengah) meter; atau
 - c) dipasang pada tepi jurang dengan kedalaman lebih dari 3,5 (tiga koma lima) meter.
- 4) Pagar pengaman semi kaku ditempatkan dan dipasang dengan pemancangan apabila:
 - a) struktur tanah bahu jalan sama dengan struktur tanah badan jalan dengan nilai *California Bearing Ratio (CBR)* paling sedikit 6% (enam persen); atau
 - b) pagar pengaman dipasang menerus dengan panjang lebih dari 12 (dua belas) meter.
- 5) Pekerjaan pemasangan pondasi cor beton dilakukan sebagai berikut:

- a) Lobang galian pondasi berukuran kedalaman 1150 mm dan lebar 700 mm x 700 mm;
 - b) Dasar lobang galian pondasi ditimbun dengan pasir dan dipadatkan setinggi 100 mm;
 - c) Ukuran penampang pondasi pada bagian atas adalah 500 mm x 500 mm dan bagian bawah 600 mm x 600 mm;
 - d) Mutu beton pondasi adalah K-250;
- 6) Pemasangan tiang penyangga merupakan pekerjaan pemasangan pagar pengaman yang harus dilakukan secara cermat, teliti, dan akurat. Pekerjaan pemasangan tiang penyangga pada pondasi cor beton dilakukan sebagai berikut:
 - 7) Tinggi total tiang pagar pengaman (*Post*) yang dipasang pada pondasi cor beton adalah 1.800 mm. Bagian tiang penyangga yang dicor di dalam beton adalah setinggi 1150 mm. Bagian tiang yang dicor beton dilas dengan angkur sebanyak 3 (tiga) batang sebagaimana gambar desain;
 - a) tiang penyangga harus dipasang pada posisi tegak lurus;
 - b) jarak pemasangan antar tiang paling jauh 2.000 mm (dua ribu milimeter);
 - c) Dasar lobang galian pondasi ditimbun dengan pasir dan dipadatkan setinggi 100 mm;
 - 8) Lempengan besi (*W Beam*) direntangkan antara 3 (tiga) tiang (*post*) dan lubang tempat penyambungan diletakan sesuai dengan pemasangannya. Bila menggunakan besi siku penyambung (*bracket*), besi ini diletakan pada tempatnya sesuai gambar;
 - 9) Permukaan sisi atas harus rata antara tiang dan besi pengikat (*blocking piece*), beam tidak diperbolehkan menutupi besi pengikat (*blocking piece*), serta berada di bawah ujung permukaan besi pengikat (*blocking piece*) dengan jarak 10 mm (sepuluh milimeter);
 - 10) Pada bagian sambungan antar-beam yang berupa sambungan mur baut, beam yang dipasang di sisi luar merupakan beam yang ujungnya searah arus lalu lintas;
 - 11) Baut, mur, dan ring/*washer* sambungan antar-beam berjumlah 8 (delapan) buah;
 - 12) Baut, mur, dan ring/*washer* sambungan antar-beam dan besi pengikat (*blocking piece*) berjumlah 2 (dua) buah;
 - 13) Baut, mur, dan ring/*washer* pengikat sambungan antara besi pengikat (*blocking piece*) dengan tiang paling sedikit berjumlah 2 (dua) buah;
 - 14) Terminal end dipasang di ujung awal dan di ujung akhir pagar pengaman dan dapat dilekukan sampai permukaan tanah atau diberi pengaman untuk keselamatan pengguna jalan;
 - 15) Apabila pada kondisi di mana penempatan Pagar Pengaman Jalan menikung agar menggunakan lempengan besi (*Beam*) yang melengkung.
 - 16) Jika terdapat ruang untuk pemasangan rambu pengarah tikungan, maka dipasang secara tersendiri;
 - 17) Semua baut yang terpasang harus dimatikan dengan cara dibengkokkan atau dilas (*tack welding*) sehingga tidak bisa lepas.
 - 18) Pada setiap lempengan/*beam* pagar pengaman dipasang alat pemantul cahaya (*reflektor*) ASTM tipe IV jenis *microprismatic* atau *high intensity prismatic*.
 - 19) *Base plate* alat pemantul cahaya diikat dengan bolt dan nut minimal berjumlah 2 (dua) buah. Jarak pemasangan alat pemantul cahaya mengikuti ketentuan sebagai berikut:

- a) Jarak 4 m (empat meter) untuk jalan menikung dengan radius tikungan kurang dari 50 m (lima puluh meter);
 - b) Jarak 8 m (delapan meter) untuk jalan menikung dengan radius tikungan lebih dari 50 m (lima puluh meter);
 - c) Jarak 12 m (dua belas meter) untuk jalan lurus dengan kecepatan antara 60 km/jam (enam puluh kilometer per jam) sampai dengan 80 km/jam (delapan puluh kilometer per jam); dan
 - d) Jarak 20 m (dua puluh meter) untuk jalan lurus kecepatan di atas 80 km/jam (delapan puluh kilometer per jam).
- Tipe dan Warna
- e) Warna alat pemantul cahaya:
 - 1) Sebelah kanan arah arus lalu lintas, berwarna putih.
 - 2) Sebelah kiri arah arus lalu lintas, berwarna merah
 - f) Lembaran *Reflektif*
 - 1) Berupa lembar stiker *retroreflektif* yang di pasang pada *W beam*;
 - 2) *Reflector* ASTM Tipe IV.

Lembaran Retroreflektif[®] Tipe IV

Sudut Pengamatan	Sudut Datang	Putih	Kuning	Oranye	Hijau	Merah	Biru	Coklat	Fluoresens Kuning-hijau	Fluoresens Kuning	Fluoresens Oranye
0.1	-4	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0.1	+30	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0.2	-4	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0.2	+30	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0.5	-4	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0.5	+30	72	54	28	10	13	6	3.5	55	40	22

*Koefisien retroreflektif (Ra) cd/fc/ft² (cd.lx-1.m-2)

Dengan ketentuan:

- ✓ nilai sudut pengamatan yang digunakan 0.2⁰ dan 0.5⁰, sedangkan sudut datang yang digunakan -4⁰.
- ✓ khusus untuk rambu larangan berupa kata-kata dengan warna dasar putih dan tulisan warna merah, nilai *retroreflektif* untuk warna merah harus lebih tinggi daripada nilai *retroreflektif* warna putih. Nilai *retroreflektif* warna putih minimal ASTM Tipe IV.
- ✓ permukaan lembaran *reflektif* rata dan halus serta bagian belakang dilengkapi dengan perekat
- ✓ permukaan lembaran *reflektif* rata dan halus serta bagian belakang dilengkapi dengan perekat berjenis *precoated adhesive*;

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan pelat dan pipa;
- b. Pengukuran ketebalan pelat *W Beam*, *Blocking Piece*, Tiang Penyangga (*post*), Terminal End dilakukan sebelum fabrikasi;
- c. Verifikasi ketebalan *zinc coating (galvanized)* *W Beam*, *Blocking Piece*, Tiang Penyangga (*post*), *Terminal End*;
- d. Pengukuran ketebalan pelat alat pemantul cahaya (*reflector*);

e. Pengukuran dimensi pondasi.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test* (NDT) *hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- b. Kekuatan tarik pelat *W Beam*, *Blocking Piece*, Tiang Penyangga (*post*), *Terminal End* dilakukan (uji laboratorium);
- c. *Retroreflektivitas* alat pemantul cahaya;

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis ini.

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Konstruksi Tiang Utama;
- c. Gambar Terminal End;
- d. Gambar Pondasi;
- e. Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- f. Dan gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata Cara Penempatan dan Pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 82 Tahun 2018 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan sebagaimana dirubah dengan PM 14 tahun 2021.

K. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan Jenis Pagar Pengaman Fleksibel (*Wire Rope*)

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi:

- a. Rincian Spesifikasi Teknis;
- b. Sertifikat hasil uji tarik dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- c. Sertifikat SNI 0076:2008;
- d. Pelapisan galvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron;
- e. Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);
- f. Jaminan garansi produk minimal 5 (lima) tahun.

g. Metode Pekerjaan:

- 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design (CAD)* yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail Pagar pengaman fleksibel menggunakan kabel baja (*Wire Rope*), pondasi, dan pemasangan;
- 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan Pagar pengaman fleksibel menggunakan kabel baja (*Wire Rope*) secara terperinci.

2. Spesifikasi Teknis

a. Uraian umum Pagar Pengaman Fleksibel Menggunakan Kabel Baja (*Wire Rope*)

b. Jenis dan Ukuran

- 1) Kabel baja diameter 3/4 inci sampai dengan 7/8 inci untuk jalan bebas hambatan.
- 2) Bentuk post *C-Shaped* dengan ukuran 50 mm x 100 mm x 4 mm.

Catatan:

Penampang post dapat berbentuk *C-shaped* atau *S-shape* atau bentuk lain yang memiliki tingkat kekakuan atau luas penampang yang sama.

c. komponen

- a) kabel baja;
- b) tiang penyangga (*supporting post*);
- c) pengunci kabel (*cable hook*);
- d) penutup tiang penyangga (*post cap*);
- e) rumah pondasi tiang penyangga (*post socket*); dan
- f) *reflektor*.

d. Bahan

- a) Kabel baja terbuat dari bahan yang tahan terhadap korosi dan temperatur sinar matahari yaitu dengan pelapisan galvanis;
- b) Tiang penyangga terbuat dari besi baja dengan tebal pelapisan proses galvanisasi paling kecil 70 (tujuh puluh) mikron.

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan pelat dan pipa;
- b. Pengukuran diameter kabel baja, ketebalan tiang penyangga, pengunci kabel, penutup tiang penyangga;
- c. Verifikasi ketebalan *zinc coating (galvanized)* tiang penyangga, pengunci kabel, penutup tiang penyangga;
- d. Pengukuran ketebalan pelat alat pemantul cahaya (*reflector*);
- e. Pengukuran dimensi pondasi.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
 - b. Kekuatan tarik kabel baja, ketebalan tiang penyangga, pengunci kabel, penutup tiang penyangga dilakukan (uji laboratorium);
 - c. Retro reflektivitas alat pemantul cahaya;
- Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis ini

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Konstruksi Tiang;
- c. Gambar Pondasi;
- d. Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- e. Dan gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata Cara Penempatan dan Pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 82 Tahun 2018 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan sebagaimana dirubah dengan PM 14 tahun 2021

L. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan Jenis Terminal dengan Bantalan Tabrakan (*Crash Cushion*)

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Rincian Spesifikasi Teknis;
- b. Sertifikat Hasil uji terminal dengan bantalan tabrakan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN)
- c. Telah lulus uji sesuai standar EN-1317, NCHRP 350.
- d. Pengukuran ketebalan rel dan bantalan dilakukan sebelum pemasangan;
- e. Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);
- f. Jaminan garansi minimal 5 (lima) tahun untuk bahan.
- g. Metode Pekerjaan:
 - 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design (CAD)* yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail spesifikasi *crash cushion*, dan pemasangan;

- 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan rambu lalu lintas jalan secara terperinci;

2. Spesifikasi Teknis

a. *Crash Cushion*

Crash Cushion merupakan Pagar Pengaman yang dirancang untuk menyerap atau meredam energi benturan yang terjadi pada saat kendaraan menabrak.

- b. *Pemasangan* pengaman Terminal dengan bantalan tabrakan (*Crash Cushion*) dengan ketentuan dipasang pada lokasi yang baru atau sudah terdapat beton atau utilitas lainnya. Dengan desain terbuka, sehingga mudah dalam pemasangan dan pemeliharaan.
- c. Lokasi pemasangan terminal dengan bantalan tabrakan (*crash cushion*) dapat dipasang pada:
 - 1) Ujung pagar median beton
 - 2) Pilar jembatan
 - 3) hazard di simpang bercabang pada jalan bebas hambatan/jalan tol
- d. Komponen utama terminal dengan bantalan tabrakan (*crash cushion*) meliputi:
 - 1) Peredam Depan
 - 2) *W-Beam*
 - 3) *Cartridge* (Bahan Busa/Lainnya sebagai peredam)
 - 4) Diafragma
 - 5) Penahan (*Back-Up*)
 - 6) Monorail

ukuran komponen	min (mm)	maks (mm)	keterangan
Pondasi basement	250	250	
Jarak antar rel baja	195	350	
Panel bracket dipasang menggunakan baut/mur tipe M14			
Tidak menggunakan komponen plastic atau menggunakan komponen yang ramah lingkungan			
Menggunakan batang logam dan cetakan baja (metal rod and die) untuk menyerap benturan dengan kekuatan Tarik			

e. Alat pemantul cahaya/ Lembar retro reflective

Lembar *retroreflective* berbahan *microprismatic / high intensity prismatic* berwarna merah (sebelah kiri arah lalu lintas) dan berwarna putih (sebelah kanan arah lalu lintas). Nilai *retroreflective* sesuai ASTM Tipe IV

Lembaran Retroreflektif Tipe IV

Sudut Pengamatan	Sudut Datang	Putih	Kuning	Oranye	Hijau	Merah	Biru	Coklat	Fluoresens Kuning-hijau	Fluoresens Kuning	Fluoresens Oranye
0.1	-4	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0.1	+30	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0.2	-4	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0.2	+30	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0.5	-4	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0.5	+30	72	54	28	10	13	6	3.5	55	40	22

*Koefisien retroreflektif (Ra) $cd/fc/ft^2$ ($cd.lx^{-1}.m^{-2}$)

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- Pengukuran ketebalan pelat dan pipa;
- Pengukuran diameter baja, ketebalan tiang penyangga, pengunci *crash cushion*;
- Verifikasi ketebalan zinc coating (galvanized) *crash cushion*;
- Pengukuran ketebalan pelat alat pemantul cahaya (*reflector*);
- Pengukuran dimensi pondasi (apabila jenis *crash cushion* pemasangan dengan pondasi).

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test* (NDT) *hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- Kekuatan daya tekan *crash cushion* dilakukan (uji laboratorium);
- Retroreflektivitas* alat pemantul cahaya;

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis ini

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- Gambar Rencana Umum;
- Gambar Konstruksi;
- Gambar Pondasi;
- Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- Dan gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata cara penempatan dan pemasangan

Tata cara penempatan dan pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 82 Tahun 2018 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan sebagaimana dirubah dengan PM 14 tahun 2021

M. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan Jenis (*Speed Bump*)

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Rincian Spesifikasi Teknis *speed bump*;
- b. Sertifikat hasil uji dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi dalam Negeri;
- c. Jaminan garansi minimal 5(lima) tahun;
- d. Metode Pekerjaan:
 - 1) Menyampaikan gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design* (CAD) yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail spesifikasi *speed bump*, dan tata cara pemasangan;
 - 2) Menyampaikan metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan *speed bump* secara terperinci;

2. Spesifikasi Teknis

Uraian umum Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan berupa Alat Pembatas Kecepatan (*Speed Bump*)

Ukuran (*Speed Bump*)

Tinggi	:	5 s.d 9 cm
Lebar Total	:	35 s.d 39 cm
Kelandaian Paling Tinggi	:	50 %
Kombinasi Warna	:	Warna Kuning atau Putih dengan warna hitam berukuran antara 25 s.d 50 cm

Bahan *Speed Bump* terbuat dari karet atau bahan lainnya yang memiliki kinerja serupa

Pemasangan

- a. dipasang pada area parkir, jalan khusus, atau jalan lingkungan terbatas sesuai dengan status jalan yang memiliki kecepatan operasional kurang dari 10 km/jam;
- b. pada pemasangan berulang, jarak antar *Speed Bump* sebesar 90 s.d 150 meter pada jalan lurus;
- c. jarak pemasangan sebelum mendekati persimpangan, alinyemen horizontal, dan/atau alinyemen vertikal sebesar 60 meter;

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan bahan;
- b. Pengukuran tinggi, lebar dan kelandaian;
- c. Pengukuran angkur/baut pemasangan;
- d. Verifikasi hasil uji bahan *speed bump*

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- c. Dan gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata Cara Penempatan dan Pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 82 Tahun 2018 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan sebagaimana dirubah dengan PM 14 tahun 2021

N. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan Jenis Pagar Pengaman (*Safety Roller*)

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Rincian Spesifikasi Teknis;
- b. Sertifikat/hasil uji tabrak *roller barrier* untuk test *type single* Unit truck, *pick up truck* dan *passenger car* dari Laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- c. Sertifikat/hasil uji *Road Restraint System* dari Laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- d. Menyampaikan hasil uji kekuatan tarik/*tensile test* untuk bahan poros tiang, rel, post dari Laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh lembaga akreditasi nasional dalam hal ini Komite Akreditasi Nasional (KAN);
- e. Pelapisan galvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron;
- f. Sertifikat SNI/No.SNI untuk bahan/material baja dan logam lainnya yang digunakan apabila menggunakan material material baja produksi Dalam Negeri;
- g. Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);;
- h. Jaminan garansi minimal 5 (lima) tahun;
- i. Metode Pekerjaan:
 - 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design* (CAD) yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement* silinder putar (*Safety roller*) dari *post* dan rangka pondasi;

- 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan pagar pengaman silinder putar (*Safety roller*) secara terperinci;

2. Spesifikasi Teknis

a. Silinder putar

1) Uraian umum silinder putar

Pagar pengaman silinder putar (*safety roller*) dilengkapi dengan silinder putar yang akan berfungsi untuk menyerap energi kejut dengan gesekan minim sehingga mampu mengarahkan gerak kendaraan akibat dari benturan;

2) Ketentuan Pemasangan

Ketentuan pemasangan pagar pengaman silinder putar (*safety roller*):

- a) dalam satu poros dipasang paling sedikit 1 (satu) silinder putar (*roller*);
- b) ketinggian pemasangan silinder putar (*roller*) paling tinggi 850 mm (delapan ratus lima puluh milimeter) dari permukaan perkerasan dan dapat dipasang lebih tinggi dengan toleransi kelebihan sebesar 10% (sepuluh persen);
- c) jarak pemasangan poros antarsilinder putar (*roller*) paling dekat 500 mm (lima ratus milimeter) sampai dengan paling jauh 700 mm (tujuh ratus milimeter) dan disesuaikan dengan jarak pemasangan poros yang dijadikan sebagai pondasi atau angkur;
- d) kedalaman pemasangan pondasi antara 1.050 mm (seribu lima puluh milimeter) sampai dengan 1.250 mm (seribu dua ratus lima puluh milimeter);
- e) jarak antar pondasi paling jauh 2.000 mm (dua ribu milimeter) dengan toleransi sekitar 10 mm (sepuluh milimeter);
- f) silinder putar (*roller*) dilengkapi dengan stiker yang bersifat reflektif warna putih dipasang melingkar badan silinder putar (*roller*); dan
- g) permukaan luar atau kulit silinder putar (*roller*) menggunakan warna yang bersifat reflektif berwarna kuning atau jingga

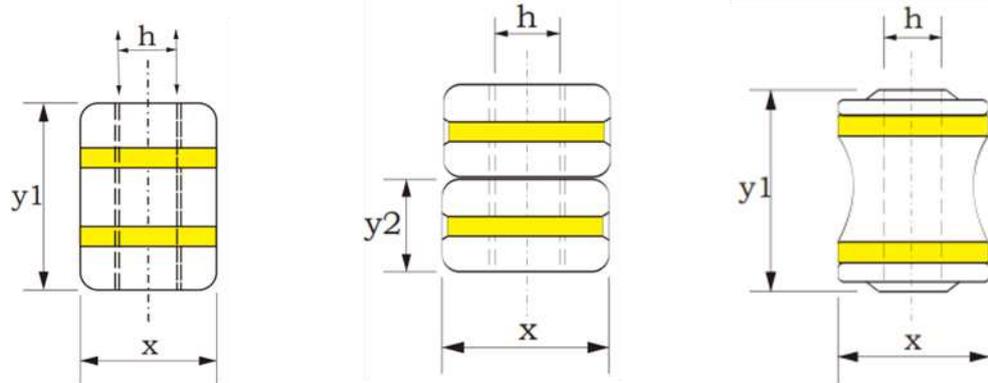
3) Lokasi pemasangan

Lokasi pemasangan pagar pengaman silinder putar (*safety roller*) dapat dipasang pada:

- a) jalan menikung;
- b) median jalan dengan lebar paling sedikit 1.000 mm (seribu milimeter);
- c) area masuk ke terowongan dengan panjang pemasangan paling sedikit 60 m (enam puluh meter); dan
- d) jalan lurus dengan dengan lebar bahu paling sedikit 2.000 mm (dua ribu milimeter) yang memiliki lereng di sampingnya dengan kedalaman lebih dari 3,5 m (tiga koma lima meter) dan kelandaian lebih dari 33% (tiga puluh tiga persen)
- e) dalam hal terdapat obyek berbahaya di sebelah kiri dipasang dengan persyaratan harus memiliki jarak ruang bebas paling dekat 1.200 mm

(seribu dua ratus milimeter) dari obyek berbahaya (objek tetap dan keras, struktur buatan atau bangunan utilitas, saluran alam atau buatan, serta benda lain yang terbuat dari bahan tidak mudah rapuh

4) Komponen utama pagar pengaman silinder putar (*safety roller*) meliputi:



ukuran komponen	notasi	Nilai		keterangan
		min (mm)	maks (mm)	
diameter luar <i>roller</i>	x	345	370	
diameter dalam <i>roller</i>	h	152	155	
tinggi <i>roller</i>	y1	480		1 (satu) <i>roller</i> /tunggal
	y2	210	240	2 (dua) <i>roller</i> /ganda
diameter luar poros <i>roller</i>	do	150	+ 2%	nilai maksimal 2% dari nilai minimal
diameter dalam poros <i>roller</i>	di	139	+ 2%	nilai maksimal 2% dari nilai minimal
ketebalan poros <i>roller</i>	t1	4.5	5	
ketebalan rel	t2	3	3.2	
lebar rel	l	125	175	
post cap/tutup poros <i>roller</i>	t3	4.5	5	dibuat semetris dengan ukuran poros <i>roller</i>
tebal <i>washer</i> (<i>thrust bearing</i>)	e	6	10	
Bahan <i>roller</i>	1. <i>Ethylene Vinyl Acetate</i> (EVA)			
	2. <i>Polyethylene</i> dilapisi <i>Urethane</i>			
	3. Bahan lain yang memiliki kualitas mekanis setara			
ukuran pemasangan	notasi	min (mm)	maks (mm)	keterangan
jarak antar poros <i>anchor</i>	a	1.000	2.000	jarak antar poros <i>anchor</i> dan jarak antar <i>roller</i> menyesuaikan desain dengan rentang sesuai tabel
jarak antar <i>roller</i>	b	500	700	
tinggi pemasangan <i>roller</i>	c	850	+ 10%	nilai maksimal 10% dari nilai minimal
kedalaman pondasi <i>anchor</i>	d	1.050	1.250	kedalaman pondasi menyesuaikan tinggi <i>roller</i> dari permukaan bahu jalan
ketinggian sisi bawah rel terhadap permukaan jalan	f	200	250	
Nama komponen	tegangan luluh (MPa/Kg/mm ²)			
poros <i>roller</i>	min 230 MPa (23.45 Kg/mm ²)			
rell	min 230 MPa (23.45 Kg/mm ²)			
baut	min 400 MPa (40.78 Kg/mm ²)			

5) Alat pemantul cahaya/ Lembar retro reflective

Silinder putar dilengkapi dengan lembar retroreflektive berbahan *microprismatic / high intensity prismatic* dengan nilai retro reflective minimal sesuai ASTM Tipe IV

Lembaran Retroreflektif* Tipe IV

Sudut Pengamatan	Sudut Datang	Putih	Kuning	Oranye	Hijau	Merah	Biru	Coklat	Fluoresens Kuning-hijau	Fluoresens Kuning	Fluoresens Oranye
0.1	-4	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0.1	+30	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0.2	-4	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0.2	+30	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0.5	-4	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0.5	+30	72	54	28	10	13	6	3.5	55	40	22

*Koefisien retroreflektif (Ra) $cd/fc/ft^2 (cd.lx^{-1}.m^{-2})$

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- Pengukuran ketebalan pelat dan pipa;
- Pengukuran ketebalan poros *roller*, *Rel*, *washer (thrust bearing)* dilakukan sebelum pemasangan;
- Verifikasi hasil uji *roller*
- Verifikasi ketebalan *zinc coating (galvanized)*;
- Pengukuran ketebalan pelat alat pemantul cahaya (*reflector*);
- Pengukuran dimensi pondasi.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- Kekuatan tarik roller dilakukan (uji laboratorium);
- Retroreflektive* alat pemantul cahaya;

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis ini

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- Gambar Rencana Umum;
- Gambar Konstruksi Tiang Utama;
- Gambar Kontruksi Poros;
- Gambar Pondasi;
- Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- Dan gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata Cara Penempatan dan Pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 82 Tahun 2018 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan sebagaimana dirubah dengan PM 14 tahun 2021.

O. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan Jenis *Delineator*.

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi:

- 1) Rincian Spesifikasi Teknis *Delineator*;
- 2) Sertifikat hasil uji dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi dalam Negeri;
- 3) Kualitas beton minimal K-250 (*Delineator* dari bahan beton);
- 4) Pelapisan anti korosi dan oksidan dengan metode galvanisasi berupa proses *hot dip galvanized* (*Delineator* dari bahan besi/baja);
- 5) Bahan yang digunakan jenis plastik (*High Density Polyethylene*) yang memiliki sifat keras dan dapat bertahan pada temperature tinggi 120°C (serta tahan terhadap zat kimia (*Delineator* dari bahan plastik);
- 6) Dokumen hasil uji lembar *retroreflektif* yang memenuhi standard ASTM D4956 (type IV dan type X1) dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian yang terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), (diperoleh dari penyedia bahan *retroreflektif*);
- 7) Jaminan garansi minimal 5(lima) tahun;
- 8) Metode Pekerjaan:
 - a) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design* (CAD) yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement*, detail spesifikasi *delineator*, pondasi, dan tata cara pemasangan;
 - b) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan *delineator* secara terperinci;

2. Spesifikasi Teknis

- 1) Patok Lalu Lintas Beton
 - a) material cor beton dengan permukaan dihaluskan;
 - b) Ukuran Patok Lalu Lintas Patok Lalu Lintas Beton material cor beton dengan permukaan dihaluskan;
 - c) tinggi dari permukaan tanah minimal 600 mm;
 - d) ukuran penampang beton cor 150 mm x 100 mm.
 - e) tinggi dari permukaan tanah minimal 600 mm;
 - f) ukuran penampang beton cor 150 mm x 100 mm.
 - g) Mutu beton minimal K-250
- 2) Patok Lalu Lintas Besi
 - a) ketebalan 2 mm;
 - b) tinggi 1.100 mm;

- c) diameter 100 mm;
 - d) reflektor ASTM tipe IV ukuran 120 mm x 80 mm;
 - e) material angkur besi beton diameter 8 mm
 - f) pelapisan cat anti korosi.
 - g) Surat Pernyataan kesanggupan proses galvanisasi atau menyampaikan surat kerjasama dari perusahaan yang bergerak di bidang pelapisan galvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron;
 - h) Menyampaikan Surat Pernyataan kesanggupan untuk melaksanakan uji retroreflektif.
- 3) Patok Lalu Lintas Plastik
- a) material plastik *High Density Poly Ethylene* (HDPE) ramah lingkungan
 - b) reflektor ASTM TIPE IV ukuran 120 mm x 80 mm
 - c) tebal minimal 2 mm (dua milimeter)
 - d) tinggi total 1.250 mm
 - e) segmen 1 (hitam) : 700 mm
 - f) segmen 2 (putih) : 300 mm
 - g) segmen 3 (hitam) : 250 mm
 - h) jarak pemasangan maksimal 20 meter
 - i) Menyampaikan Surat Pernyataan kesanggupan untuk melaksanakan uji *retroreflektif*.
- 4) Patok Lalu Lintas Baja Tipis
- a) ukuran penampang 100 mm x 8 mm
 - b) tinggi pemasangan 1.000 mm
 - c) pondasi beton seternpat
 - d) *reflektor* ASTM Tipe IV ukuran 120 mm x 80 mm
 - e) pelapisan cat anti korosi
- 5) Alat pemantul cahaya/ Lembar retro reflective
Delineator dilengkapi dengan lembar retroreflective berbahan *microprismatic / high intensity prismatic* dengan nilai *retroreflective* minimal sesuai ASTM Tipe IV

Lembaran Retroreflektif* Tipe IV

Sudut Pengamatan	Sudut Datang	Putih	Kuning	Oranye	Hijau	Merah	Biru	Coklat	Fluoresens Kuning-hijau	Fluoresens Kuning	Fluoresens Oranye
0.1	-4	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0.1	+30	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0.2	-4	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0.2	+30	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0.5	-4	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0.5	+30	72	54	28	10	13	6	3.5	55	40	22

*Koefisien retroreflektif (Ra) cd/ft² (cd.lx-1.m-2)

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran ketebalan dan diameter pipa *delineator*;
- b. Pengukuran ketebalan plastik *delineator*
- c. Pengukuran kekuatan beton *delineator*;
- d. Verifikasi ketebalan zinc *coating (galvanized)* untuk *delineator* baja/besi;
- e. Pengukuran ketebalan pelatudukan alat pemantul cahaya (*retroreflektif*);
- f. Pengukuran dimensi pondasi.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- b. Retro reflektivitas alat pemantul cahaya;

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis ini

4. **Gambar Teknis *As Built Drawing***

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Konstruksi Tiang Utama;
- c. Gambar Kontruksi Poros;
- d. Gambar Pondasi;
- e. Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- f. Dan gambar teknis lain yang diperlukan.

5. **Tata Cara Penempatan dan Pemasangan**

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 82 Tahun 2018 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan sebagaimana dirubah dengan PM 14 tahun 2021.

P. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan Jenis Cermin Tikungan

1. Identitas Produk Sesuai Spesifikasi Teknis

Identitas sesuai spesifikasi teknis barang dan produk yang ditawarkan sekurang-kurangnya meliputi

- a. Rincian Spesifikasi Teknis;
- b. Hasil uji kualitas cermin tikungan dari laboratorium pengujian asing terakreditasi oleh lembaga akreditasi Internasional atau laboratorium pengujian dalam negeri;
- c. Pelapisan galvanis (*zinc coated/hot dip galvanized*) dengan ketebalan paling sedikit 70 micron;
- d. Jaminan garansi minimal 5 (lima) tahun;
- e. Metode Pekerjaan:
 - 1) Gambar teknis rencana (yang akan ditawarkan) dalam format *Computer Aided Design (CAD)* yang digambar berdasarkan standard baku meliputi gambar *general arrangement* cermin tikungan dari tiang dan rangka pondasi;

- 2) Metodologi atau tata cara serta urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan cermin tikungan secara terperinci;

2. Spesifikasi Teknis

a. Cermin Tikungan setengah lingkaran

- 1) Ketentuan bahan dan spesifikasi Cermin Tikungan setengah lingkaran meliputi;

Type	Ukuran (mm)	Jarak Pandang (m)	Muka Cermin (mm)	Bingkai Cermin (mm)	Panjang Bracket (mm)
1	600 x 300	s.d 9,0	S/Steel 2,0	Vinyl 10,0	190
2	900 x 450	s.d 12,0	S/Steel 2,0	Vinyl 10,0	190

- 2) Bahan akrilik dengan ketebalan paling kecil 2 mm
- 3) Coating reflektif murni
- 4) Bingkai cermin vinyl
- 5) Area pengamatan 180°
- 6) *J-Bracket* dan panel kelengkapan lainnya
- 7) Sekrup pemasangan
- 8) Tiang galvanis dengan ukuran diameter tidak kurang dari 2,5 inci dan dipasang tegak lurus
- 9) Tiang galvanis memiliki tinggi tidak kurang dari 2,5 m dan disesuaikan dengan kebutuhan lokasi serta hasil manajemen rekayasa lalu lintas

b. Cermin Tikungan lingkaran penuh

- a) Ketentuan bahan dan spesifikasi Cermin Tikungan setengah lingkaran meliputi

Type	Ukuran (mm)	Jarak Pandang (m)	Muka Cermin (mm)	Bingkai Cermin (mm)	Panjang Bracket (mm)
1	600	s.d 42	S Steel 0,7	Vinyl 10,0	335
2	800	s.d 60	S Steel 0,7	Vinyl 10,0	435
3	1000	s.d 65	S Steel 0,8	Vinyl 10,0	435

- b) Bahan *stainless steel*
- c) Bingkai cermin vinyl
- d) Area pengamatan 180°
- e) *J-Bracket* dan panel kelengkapan lainnya
- f) Sekrup pemasangan
- g) Tiang galvanis dengan ukuran diameter tidak kurang dari 2,5 inci dan dipasang tegak lurus
- h) Tiang galvanis memiliki tinggi tidak kurang dari 2,5 m dan disesuaikan dengan kebutuhan lokasi serta hasil manajemen rekayasa lalu lintas.
- i) Cermin Tikungan ditempatkan dan dipasang pada tepi tikungan tajam dimana daerah bebas samping tikungan paling besar 4,5m;

- j) Cermin Tikungan ditempatkan dan dipasang pada daerah bebas samping di tikungan diukur dari sisi terluar bangunan/objek penghalang ke sumbu lajur dalam;
- k) Ketinggian pemasangan Cermin Tikungan ditempatkan dan dipasang sesuai dengan kebutuhan lokasi pada tingkat akurasi penyetelan sebesar 10 mm
- l) Bangunan Pondasi
 - 1) Berupa bangunan konstruksi béton cor atau *pre-cast concrète* berkerangka besi pejal penuh atau *fullframe* yang memiliki kemampuan untuk menopang beban konstruksi cermin tikungan.
 - 2) Berupa bangunan konstruksi béton cor yang dicetak langsung di lokasi pemasangan atau *cast on site* dengan mutu beton K-175;

3. Pengukuran dan Pengujian

Pengukuran dimensi dilakukan terhadap setiap parameter teknis yang diatur di dalam Spesifikasi Teknis, sebagai berikut:

- a. Pengukuran diameter cermin tikungan;
- b. Pengukuran bingkai cermin tikungan
- c. Pengukuran ketebalan *J-breaket* pengikat cermin tikungan
- d. Pengukuran ketebalan muka cermin
- e. Pengukuran diameter dan ketebalan tiang penyangga cermin tikungan
- f. Verifikasi ketebalan zinc *coating (galvanized)* untuk tiang penyangga cermin tikungan;
- g. Pengukuran dimensi dan kekuatan pondasi.

Pengujian material dan komponen dilakukan terhadap:

- a. Mutu beton pondasi dengan metode *Non Destructive Test (NDT) hammer test* atau *speciment test* (kubus atau silinder);
- b. Ketebalan zinc *coating (galvanized)* untuk tiang penyangga

Pengujian laboratorium dilakukan oleh lembaga yang terakreditasi untuk semua komponen yang dipersyaratkan pengujian laboratorium dalam Spesifikasi Teknis ini

4. Gambar Teknis *As Built Drawing*

Penyedia diwajibkan membuat dan menyerahkan gambar-gambar teknis dalam format CAD sesuai hasil pemasangan (*As Built Drawing*) meliputi;

- a. Gambar Rencana Umum;
- b. Gambar Konstruksi Tiang;
- c. Gambar Pondasi;
- d. Gambar Lokasi Pemasangan (dilengkapi dengan koordinat pemasangan);
- e. Dan gambar teknis lain yang diperlukan.

5. Tata Cara Penempatan dan Pemasangan

Tata cara penempatan serta pemasangan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 82 Tahun 2018 tentang Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan sebagaimana dirubah dengan PM 14 tahun 2021

