

**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

Tabel.2.1 Penelitian terdahulu

No	Nama peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	Wella Alrisatahun, (2018).	Penilaian kondisi jembatan rangka baja di riau dengan metode bridge management system.	Metode bridge management system.	Hasil yang diperoleh dari kajian ini adalah rekomendasi penanganan dan membuat pesanan berdasarkan skala prioritas. Nilai kondisi dari 4 jembatan menggunakan standar BMS adalah : 4 Bridge = 4 (kritis), 6 Bridge = 3 (berat rusak). Dari penilaian beberapa jembatan provinsi Riau memperoleh nilai dari kondisi masing-masing jembatan. Jembatan Merangin, S, Jembatan Jangkang, Jembatan Parak Suak Buaya.

2.	Safarudin M. Nuh tahun, (2019).	Penilaian kondisi jembatan rangka baja di kabupaten sintang.	Megguna kan metode bridge manajemen sistem(bms ) (studi kasus jembatan kapuas iii, kabupaten sintang).	Perlunya pengecatan pada sandaran. 2. Penggantian pipa sandaran yang hilang dan rusak. 3. Perbaikan oprit jembatan. 4. Di perlukan pembersihan lokasi kepala jembatan/ abutmen serta lantai jembatan dari tanaman liar serta tumpukan tanah dan sampah pada alur air. 5. Di perlukan pemeliharaan secara rutin agar jembatan Kapuas III, agar dapat tetap berada dalam daya layan yang baik serta mencengah dari di gantinya beberapa elemen jembatan jika terjadi kerusakan.
----	---------------------------------	--	--	---

## 2.1 Jembatan

### **2.1.1. Pengertian Jembatan**

Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain.

Menurut Ir. H. J. Struyk dalam bukunya “Jembatan“, jembatan merupakan suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau lalu lintas biasa). Jembatan adalah jenis bangunan yang apabila akan dilakukan perubahan konstruksi, tidak dapat dimodifikasi secara mudah, biaya yang diperlukan relatif mahal dan berpengaruh pada kelancaran lalu lintas pada saat pelaksanaan pekerjaan. Jembatan dibangun dengan umur rencana 100 tahun untuk jembatan besar. Minimum jembatan dapat digunakan 50 tahun. Ini berarti, disamping kekuatan dan kemampuan untuk melayani beban lalu lintas, perlu diperhatikan

### **2.1.2. Bagian-Bagian Kontruksi jembatan kereta api terdiri dari:**

a. Konstruksi Bangunan Atas (superstructures). Konstruksi bagian atas jembatan meliputi:

- rangka atas jembatan
- sandarana+tiang sandaran
- lantai kendaraan

b. Kontruksi Bangunan Bawah (Substructures). Kontruksi bagian bawah jembatan meliputi:

- Pangkal jembatan/abutment

- Bangunan pengaman jembatan
- Pondasi

### **2.1.3. Komponen Yang Terdapat Pada Jembatan Kereta Api:**

- Rangka atas jembatan
- Rel
- Plat landas
- Penambat rel
- Baut penambat
- Bantalan
- Baut sindik
- Plat penutup baja
- Gelagar
- Rol/sendi
- Bangunan pengaman jembatan

Jembatan yang digunakan oleh P.T. Kereta Api (persero) pada lintasan Martapura menggunakan jembatan rangka baja. Karena ditinjau dari segi ekonomis pelaksanaan pembangunan lebih cepat, serta dari segi pembiayaan akan lebih murah.

## **2.2. Jembatan Baja**

### **2.2.1 Pengertian Jembatan Baja**

Menurut Asiyanto, (2008) Jembatan baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lainnya. Beban dan muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan pada batang-batang baja tersebut, sebagai gaya-gaya tekan dan tarik melalui titik-titik pertemuan batang (titik buhul). Garis netral tiap-tiap batang yang bertemu pada titik buhul harus saling berpotongan pada satu titik saja untuk menghindari timbulnya momen sekunder.

a. Kelebihan Jembatan Rangka Baja:

- Besi baja mempunyai kuat tarik dan kuat tekan yang tinggi, sehingga dengan material yang sedikit bisa memenuhi kebutuhan struktur.
- Keuntungan lain bisa menghemat tenaga kerja karena besi baja diproduksi di pabrikan dilapangan hanya memasang saja.
- Setelah selesai masa layan, besi baja bisa dibongkar dengan mudah dan di pindahkan ke tempat lain, setelah masa layan, jembatan baja bisa dengan mudah diperbaiki dari karat.
- pemasangan jembatan baja di lapangan lebih cepat di bandingkan dengan jembatan beton

#### b. Kelamahan Jembatan Rangka Baja

- Bisa berkarat
- lebih berisik jika di lewati beban seperti kereta api

## **2.3 Jenis Jembatan Kereta Api Yang Digunakan**

### **2.3.1 Jenis Jembatan Rangka Batang Tipe Warren truss**

Menurut Schodek, (1979) Jembatan Rangka Batang adalah Jembatan dengan rangka yang tersusun yang dihubungkan dengan sendi pada titik hubung dan diletakkan pada suatu bidang. Susunan dari gabungan bentuk segitiga yang seimbang serta tidak terjadinya pergerakan pada struktur bagian luar akibat dari perubahan bentuk merupakan dasar dari jembatan rangka.

Struktur dengan segitiga yang tersusun akan stabil dan jika ada beban tidak akan mengalami perubahan bentuk. Dalam struktur yang stabil perubahan bentuk yang terjadi jumlahnya sedikit. Adapun yang terjadi ialah panjang batang yang berubah karena adanya gaya batang akibat beban luar. Rangka batang tidak ada momen lentur, tetapi berupa gaya normal tarik dan tekan. Jembatan rangka memiliki kelebihan yaitu perbagian dapat dirakit karena mempunyai berat yang ringan, biaya pembangunan yang ekonomis untuk jembatan bentang sedang, dan strukturnya yang kaku.

Warren truss, yaitu tipe yang memiliki bentuk segitiga yang samakaki. tipe ini menerima tekan maupun tarik. Jenis Jembatan rangka batang yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Jembatan Rangka Batang Tipe Warren truss

## **2.4 Bantalan Rel**

Type bantalan yang digunakan pada lintasan rel dan jembatan pada lintas Martapura adalah bantalan kayu dan besi. Bantalan sebagai tempat dudukan rel pada lintas Martapura harus memiliki persyaratan sesuai dengan Peraturan Dinas No.10 PJKA,1986.

### **2.4.1 Pengertian Bantalan Rel Dan Fungsinya**

Menurut Soetrisno Fadly,2020 Bantalan rel adalah landasan tempat rel bertumpuh dan di ikat dengan penambat rel. Fungsi Bantalan adalah:

- a. Mengikat rel, sehingga lebar sepur tetap terjaga
- b. Mendistribusikan beban dari rel ke balas (gaya vertikal)
- c. Stabilitas ke arah luar jalan rel, dengan mendistribusikan gaya longitudinal dan lateral dari rel ke balas.
- d. Jenis bantalan.

## 2.4.2 Jenis-Jenis bantalan

Bantalan dipasang melintang dari posisi rel pada jarak antar bantalan maksimal 60 cm. Oleh karena itu bantalan harus cukup kuat untuk menahan batang rel agar tidak bergeser, sekaligus kuat untuk menahan beban rangkaian kereta api. Jenis bantalan yang banyak dipakai perkeretapiannya adalah:

### a. Bantalan kayu

Bantalan kayu digunakan pada jalan rel, karena bahannya mudah didapat dan mudah dibentuk. Secara umum, syarat bahan bantalan kayu adalah utuh dan padat, tidak bermata, tidak ada lubang bekas ulat dan tidak ada tanda-tanda mulai lapuk, kadar air maksimum 25%. Bantalan kayu harus terbuat dari kayu mutu A, dengan kuat kelas I dan II dan kelas awet I atau II. Nilai momen maksimum pada bantalan kayu dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai Momen Maksimum Pada Bantalan Kayu:

Kelas Kayu	Momen Maksimum
I	800
II	530

Sumber : PD 10 PJKA.1986 : 3-32

Perencanaan dimensi bantalan, sepenuhnya memakai teori tegangan lentur, dengan momen lentur dihitung berdasarkan teori balok berhingga di atas tumpuan elastis. Jika penampang persegi, maka: Momen maksimum yang dapat dipikul, dihitung berdasarkan tegangan izin lentur kayu, yaitu:

Kelas I :  $=125 \text{ kg/cm}^2$

Kelas II :  $=83 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan balas (tahanan balas) dalam menahan gaya sentrifugal di lengkung dan gaya tekuk akibat suhu pada pemakaian rel menerus, adalah

gesekan pada sisi, bawah dan ujung bantalan. Salah satu cara untuk memperbesar parameter tahanan adalah dengan memperluas permukaan bantalan kayu. Pemakaian angun bantalan ini, biasanya pada lalulintas berat, lengkung dengan radius kecil dan pada pemakaian rel panjang menerus.

Kerusakan bantalan kayu lebih banyak diakibatkan karena terjadinya penurunan akibat melapuknya kayu, beberapa kerusakan di akibatkan oleh tingginya beban, sehingga alat penambat kendur dan beban langsung dan beban langsung menekan kepada kayu baik vertikal maupun lateral. Kerusakan lainnya adalah karena susutnya kayu, sehingga untuk ini perlu di pasang alat peengaman, yang di pasang pada ujung bantalan.

#### **b. Bantalan Besi**

Bantalan besi di gunakan dalam jalan rel karena umurnya panjang dan ringan sehingga memudahkan pengangkutan dan dipasang. Jika di lihat pada penampangnya, maka bantalan besi kurang baik stabilitasnya baik vertikal, lateral maupun longitudinal, dibandingkan bantalan kayu maupun beton. Berat sendirinya kecil dan gesekan antara permukaan bantalan dengan balas relative lebih kecil, sehingga tidal bisa dipakai untuk jalan dengan kecepatan tinggi dan pemakaian terus menerus. Untuk mengurangi timbulnya karat, bantalan besi harus selalu kering, sehingga strukturnya di bawahnya harus dapat meloloskan air, sedangkan pada daerah –daerah yang sulit kering, dan sering terendam misalnya di perlintasan, maka tidak boleh di gunakan bantalan besi.





Gambar 2.2. Bantalan Besi.

Pada jalur lurus, bantalan besi mempunyai ukuran :

Panjang : 2000 mm

Lebar atas : 144 mm

Lebar bawah : 232 mm

Tebal Baja : minimal 7 mm

Bantalan besi pada bagian tengah bantalan maupun pada bagian bawah rel, harus mampu menahan momen sebesar 650 kg/m. Tegangan izin bantalan besi adalah 1600 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan momen tahan bantalan besi minimal 40,6 cm. Seperti halnya pada bantalan kayu, maka perencanaan dimensi bantalan, sepenuhnya memakai teori tegangan lentur, dengan momen lentur berdasarkan teori balok segingga di atas tumpuan elastis.

Dengan persyaratan tahan momen dan tegangan izin yang di pakai, maka beban yang dapat di terima dan dapat di hitung, baik beban statis, maupun beban dinamisnya, sehingga beban gandar maupun kecepatan dapat ditentukan.

Seperti di jelaskan sebelumnya, bahwa salah satu kelemahan bantalan besi adalah stabilitas lateral, sehingga tidak bisa untuk pemakain rel panjang menerus. Untuk memperbesar tahanan tersebut, maka dapat di pakai

‘anchoring device’ atau ‘safety caps’ seperti pada bantalan kayu, bisa juga dengan mengubah bentuk geometri bantalan besi.

### **e.Bantalan Beton**

Menurut Soetrisno Fadly,(2020)Keuntungan pemakaian bantalan beton adalah stabilitas jalan rel lebih baik, umur lebih aman, pemeliharaan lebih renda dan komponren-komponenya lebih sedikit. Berat sendiri bantalan beton cukup besar (160-200 kg) , dapat menahan gaya vertikal, lateral dan lungitudional lebih baik, sehingga kereta api dengan tonase berat maupun dengan kecepatan tinggi cocok menggunakan bantalan beton.



Gambar 2.3 Bantalan Beton.

Menurut bentuk geometrinya, ada dua jenis bantalan beton yaitu:

- Bantalan beton pratekan blok tunggal (monoblok), baikdengan proses ‘prosttension’
- Bantalan beton blok ganda (biblok)

Ide pembuatan bantalan beton pratekan bermula untuk mengurangi retak-retak yang biasanya timbul pada bagian-bagian yang mengalami tegangan tarik. Pada bantalan beton pratekan, setelah bebanya lewat, retakan-retakan itu relatif merapat kembali karena adanya gaya tekan dari kabel-kabel pratekanya.

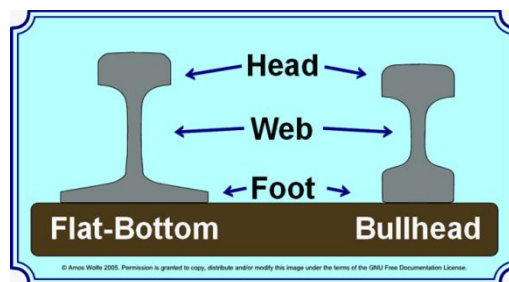
Ada dua cara penarikan kabel, yaitu:

- Kabel di tarik sebelum di cor (pretension)
- Kabel ditarik setelah di cor (post tension)

## 2.5. Rel Kereta Api

### 2.5.1. Pengertian Rel Kereta Api

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No.29 Tahun 2011 Rel Kereta Api adalah pijakan tempat menggelindingnya roda Kereta Api dan berfungsi untuk meneruskan beban roda ke bantalan. Rel digunakan pada jalur kereta api, rel mengarahkan/memandu kereta api tanpa memerlukan pengendalian. Rel merupakan dua batang rel kaku yang sama panjang dipasang pada bantalan sebagai dasar landasan. Rel-rel tersebut diikat pada bantalan dengan menggunakan paku rel, sekrup penambat, atau penambat (seperti penambat Pandrol). Bentuk rel didesain sedemikian rupa agar dapat menahan momen rel sehingga dibentuk sebagai batang berbentuk profil I.



Gambar.2.4 Potongan Bagian Rel.

### 2.5.2 Macam-Macam Jalan Rel

a. Menurut kelandaian adalah:

- Lintasan daratan rendah : gradien  $\leq 10$  permil
- Lintasan pegunungan: gradien  $> 10$  permil

b. Menurut letak terhadap permukaan tanah adalah:

- Jalan rel pada permukaan tanah (Subway)
- Jalan rel di bawah permukaan tanah (At Grade)
- Jalan rel di atas permukaan tanah (Overhead railway/Cloved Railway)

c. Menurut jumlah kereta api:

- Sepur tunggal (single track) : untuk dua arah, untuk lalu lintas kereta api rendah/sepi.
- Sepur kembar (double track): masing masing arah mempunyai track sendiri, untuk lalu lintas kereta api sedang.
- Sepur jamak (multi track) : masing-masing arah mempunyai track sendiri, untuk lalu lintas kereta api padat.

d. Menurut Transaksi (Tenaga Pengangkut):

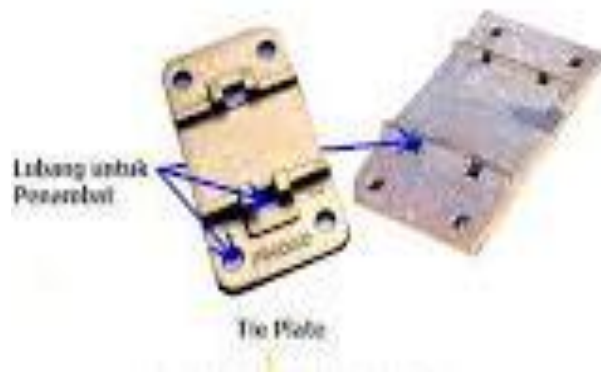
- Traksi manusia
- Traksi hewan
- Traksi diesel (mekanis, elektrik, hydraulic)

Rel yang digunakan oleh P.T Kereta Api (persero) pada lintasan Martapura menggunakan tipe rel R.60 dan R.54.

## **2.6. Plat Landas Rel**

Menurut Arifin Faizal, (2014) Pada bantalan kayu maupun besi, di antara batang rel dengan bantalan dipasang Tie Plate (platlandas), semacam plat tipis berbahan besi tempat diletakkannya batang rel sekaligus sebagai lubang tempat dipasangnya penambat (Spike). Sedangkan pada bantalan beton, dipasang Rubber Pad, sama seperti Tie Plate, tapi berbahan plastik atau karet dan fungsinya sebagai landasan rel, sedangkan lubang / tempat dipasangnya penambat umumnya terpisah dari rubber pad karena telah melekat pada beton.

Fungsi plat landas selain sebagai tempat perletakan batang rel dan juga lubang penambat, juga untuk melindungi permukaan bantalan dari kerusakan karena tindihan batang rel, dan sekaligus untuk mentransfer axleload yang diterima dari rel di atasnya ke bantalan yang ada tepat dibawahnya. Plat landas Rel dapat di lihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Plat landas Rel

## 2.7 Penambat Rel

### 2.7.1 Pengertian Penambat Rel

Menurut Kumila Haryanto Andri, (2016) Penambat rel adalah pengikat rel ke bantalan rel kereta api. Penambat rel ada tiga jenis, yakni jenis penambat kaku, jenis penambat elastis dan penambat pedrol E-clip. Jenis penambat kaku biasanya terdiri dari paku rel, mur, baut, atau menggunakan tarpon (trefond) yang dipasang menggunakan pelat landas. Umumnya penambat kaku ini digunakan pada jalur kereta api tua, baik yang masih aktif maupun tidak aktif. Karakteristik dari penambat kaku, selalu dipasang pada bantalan kayu atau bantalan baja. Penambat kaku kini sudah tidak layak digunakan untuk semua rel kereta api, khususnya dengan beban lalu lintas yang tinggi. Jenis penambat elastis diciptakan untuk meredam getaran dengan frekuensi tinggi pada rel yang diakibatkan oleh kereta api ketika bergerak di atasnya.

## **2.7.2 Jenis-Jenis Penambat Rel**

### **a. Penambat Kaku**

Jenis penambat kaku biasanya terdiri dari paku penambat rel, mur, baut, atau menggunakan terpon (trefond) yang di gunakan plat landas. Baik yang masih aktif maupun yang tidak aktif. Karakteristik dari penambat kaku, penambat paku selalu di pasang pada bantalan kayu atau bantalan baja. Penambat kayu ini sudah tidak layak untuk di gunakan untuk semua rel kereta api. Frekuensi Tinggi jenis penambat Elastis di ciptakan untuk meredam getaran dengan frekuensi tinggi pada rel yang di akibatkan oleh kereta api ketika bergerak di atasnya.

### **b. Penambat Elastis**

Sistem penambat Elastis merupakan salah satu komponen utama yang mempengaruhi kualitas struktur jalan rel, terbuat dari bahan baja sehingga sehingga memungkinkan untuk mengabsorpsi getaran pada saat kereta lewat di atasnya ataupun mengkomodasi pemuaian rel akibat perbedaan suhu rel.

### **c. Penambat Pedrol E-clip**

Disebut juga sebagai e-clip karena bentuknya seperti huruf e kecil dan bentuknya seperti klip kertas sehingga di sebut e-clip. Digunakan di indonesia sejak penggunaan Bantalan Rel Beton. Merupakan penambat penambat yang digunakan oleh pedrol sehingga disebut juga sebagai pedrol clip. Salah satu kelemahan dari sistem ini mudah untuk di curi, cukup dengan menggunakan palu sudah bisa mencabut clip ini, untuk menghindari ini maka di pasang suatu anti vandalisme.

Beberapa keunggulan dari penambat e:

- Komponen sedikit dan sederhana
- Elastis sehingga tetap mencengkram walaupun rel bergetar
- Tahan lama
- Tingkat keselamatan dan keamanan tinggi
- Bisa digunakan pada berbagai bantalan maupun trak tanpa balast juga bisa digunakan di wesel atau persilangan
- Dapat dilengkapi dengan mekanisme anti vandal, untuk menghindari pencurian ataupun pencopotan oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab
- Dapat dengan mudah diterapkan di seluruh bantalan
- Perawatan mudah
- Penggunaan mudah seperti pada penggantian rel

## **2.8. Menenal Alat Sambung Baja**

### **2.8.1. Paku Keling**

Menurut Nandan Supriatna,(2019) Paku keling adalah suatu alat sambung konstruksi baja yang terbuat dari batang baja berpenampang bulat. Menurut bentuk kepalanya, paku keling dibedakan 3 (tiga) macam :

- a. Paku keling kepala mungkur / utuh
- b. Paku keling kepala setengah terbenam
- c. Paku keling kepala terbenam

Paku keling untuk konstruksi baja terdapat beberapa macam ukuran diameter yaitu : 11 mm, 14 mm, 17 mm, 20 mm, 23 mm, 26 mm, 29 mm, dan 32 mm.

### 2.8.2. Baut

Menurut Nandan Supriatna,(2019)Baut adalah alat sambung dengan batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya dibentuk kepala baut( umumnya bentuk kepala segi enam ) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci.Dalam pemakaian di lapangan, baut dapat digunakan untuk membuat konstruksi sambungan tetap, sambungan bergerak, maupun sambungan sementara yang dapat dibongkar/dilepas kembali.

Bentuk uliran batang baut untuk baja bangunan pada umumnya ulir segi tiga(ulir tajam) sesuai fungsinya yaitu sebagai baut pengikat. Sedangkan bentuk ulir segi empat (ulir tumpul) umumnya untuk baut-baut penggerak atau pemindah tenaga misalnya dongkrak atau alat-alat permesinan yang lain.

Baut untuk konstruksi baja bangunan dibedakan 2 jenis :

➤ **Baut Hitam**

Yaitu baut dari baja lunak ( St-34 ) banyak dipakai untuk konstruksi baja ringan sedang, misalnya bangunan gedung, diameter lubang dan diameter batang baut memiliki kelonggaran 1 mm.

➤ **Baut Pass**

Yaitu baut dari baja mutu tinggi ( St-42 ) dipakai untuk konstruksi berat atau beban bertukar seperti jembatan jalan raya, diameter lubang dan diameter batang baut relatif pass yaitu kelonggaran 0,1 mm.

Keuntungan sambungan menggunakan baut antara lain :

- 1) Lebih mudah dalam pemasangan/penyetelan konstruksi di lapangan.
- 2) Konstruksi sambungan dapat dibongkar-pasang.
- 3) Dapat dipakai untuk menyambung dengan jumlah tebal baja  $> 4d$  ( tidak seperti paku keling dibatasi maksimum  $4d$  ).
- 4) Dengan menggunakan jenis Baut Pass maka dapat digunakan untuk



konstruksi berat /jembatan.

### 2.8.3. Las

Menyambung baja dengan las adalah menyambung dengan caramemanaskan baja hingga mencapai suhu lumer (meleleh) dengan ataupun tanpa bahan pengisi, yang kemudian setelah dingin akan menyatu dengan baik.

Untuk menyambung baja bangunan kita mengenal 2 jenis las yaitu :

#### 1) Las Karbid ( Las OTOGEN )

Yaitu pengelasan yang menggunakan bahan pembakar dari gas oksigen (zat asam) dan gas acetylene (gas karbid). Dalam konstruksi baja las ini hanya untuk pekerjaan-pekerjaan ringan atau konstruksi sekunder, seperti : pagar besi, teralis dan sebagainya.

#### 2) Las Listrik ( Las LUMER )

Yaitu pengelasan yang menggunakan energi listrik. Untuk pengelasannya diperlukan pesawat las yang dilengkapi dengan dua buah kabel, satu kabel dihubungkan dengan penjepit benda kerja dan satu kabel yang lain dihubungkan dengan tang penjepit batang las / elektrode las. Jika elektrode las tersebut didekatkan pada benda kerja maka terjadikontak yang menimbulkan panas yang dapat melelehkan baja , dan elektrode (batang las) tersebut juga ikut melebur ujungnya yang sekaligus menjadi pengisi pada celah sambungan las. Karena elektrode / batang las ikut melebur maka lama-lama habis dan harus diganti dengan elektrode yang lain. Dalam perdagangan elektrode / batang las terdapat berbagai ukuran diameter yaitu 21/2 mm, 31/4 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, dan 7 mm.

Untuk konstruksi baja yang bersifat *strukturil* (memikul beban konstruksi) maka sambungan las tidak diijinkan menggunakan *las Otogen*, tetapi harus dikerjakan dengan *las listrik* dan harus dikerjakan oleh tenaga kerja ahli yang profesional.

Keuntungan Sambungan Las Listrik dibanding dengan Paku keling / Baut :

- 1) Pertemuan baja pada sambungan dapat melumer bersama elektrode las dan menyatu dengan lebih kokoh (lebih sempurna).
- 2) Konstruksi sambungan memiliki bentuk lebih rapi.
- 3) Konstruksi baja dengan sambungan las memiliki berat lebih ringan. Dengan las berat sambungan hanya berkisar 1 – 1,5% dari berat konstruksi, sedang dengan paku keling / baut berkisar 2,5 – 4% dari berat konstruksi.
- 4) Pengerjaan konstruksi relatif lebih cepat (tak perlu membuat lubang-lubang pk/baut, tak perlu memasang potongan baja siku / pelat penyambung, dan sebagainya).
- 5) Luas penampang batang baja tetap utuh karena tidak dilubangi, sehingga kekuatannya utuh.

Kerugian / kelemahan sambungan las :

- 1) Kekuatan sambungan las sangat dipengaruhi oleh kualitas pengelasan. Jika pengelasannya baik maka kekuatan sambungan akan baik, tetapi jika pengelasannya jelek/tidak sempurna maka kekuatan konstruksi juga tidak baik bahkan membahayakan dan dapat berakibat fatal. Salah satu sambungan las cacat lambat laun akan merembet rusaknya sambungan yang lain dan akhirnya bangunan dapat runtuh yang menyebabkan kerugian materi yang tidak sedikit bahkan juga korban jiwa. Oleh karena itu untuk konstruksi bangunan berat seperti jembatan jalan raya / kereta api di Indonesia tidak diijinkan menggunakan sambungan las.
- 2) Konstruksi sambungan tak dapat dibongkar-pasang.

## 2.9. Perhitungan Presentase (%) Kerusakan

$$\frac{\text{Jumlah kerusakan}}{\text{Jumlah Keseluruhan}} \times 100$$

Sumber: PD No.10 PJKA 1986.....Persamaan (1)

### 2.9.1. Penyebab Kerusakan Jembatan Kereta Api

Kerusakan jembatan Kereta Api yaitu:

- Pelapukan bantalan kayu karena air hujan.
- Beratnya beban kereta api yang menyebabkan hilang/patahya baut penambat bantalan.
- Hilangnya baut sindik mengakibatkan bantalan menjadi bergeser karena beban getaran kereta api.

## 2.10. Pemeliharaan Jembatan

### 2.10.1. Pemeliharaan Atas Bagian Jembatan

Untuk menganalisa kekuatan stuktur atas harus memperhatikan beberapa faktor ini, yaitu:

#### a. Jenis atas struktur

Pemeliharaan jenis struktur disesuaikan dengan beberapa hal, yaitu bentang, bentuk, kondisi setempat, pembuatan, pemasangan dan perawatan. Jembatan yang di pakai antara lain adalah jembatan beton atau jembatan rangka baja.

#### b. Panjang jembatan

Untuk jembatan struktur baja, pemeliharaan bentuk jembatan berdasarkan bentang adalah rusak tunggal, rusak kembar, rusak plat, rusak rangka,

dinding plat dan dinding rangka. Sedangkan untuk jembatan rangka dengan batang lebih dari 35 meter adalah menggunakan rangka dinding. Beban-beban yang bekerja pada rangka dinding rangka baja adalah sesuai dengan beban yang tercantum pada “Peraturan Perencanaan Jembatan Kereta Api Indonesia” . Konstruksi bangunan atas harus di tinjau terhadap kombinasi pembebanan yang mungkin terjadi.

Petugas juru rawat jalan harus segera melaporkan kerusakan pada komponen baja apabila mengalami karat yang menyebabkan luas penampang bersih menyebabkan berkurang sebesar 25 %, baja sampai berlubang karena dimakan karat/korosi dan baja bengkok karena peristiwa luar biasa (misal: gempa bumi). Tindakan pemeliharaan yang di lakukan pada kerusakan tersebut antara lain mengganti komponen jembatan yang rusak dengan plat baja yang baru (dikeling atau di las listrik). Kerusakan baja yang mencapai 25 % dari berat jembatan keseluruhannya maka harus di ganti dengan jembatan baru. Pemeliharaan paku sumbat pada jembatan bagian atas harus memperhatikan pada kepala paku sumbat yang telah di makan karat kurang lebih 50 % atau paku sumbat dalam keadaan kendor. Pengecatan pada komponen baja bertujuan untuk menghindari terjadinya karat/korosi. Pemeriksaan cat pada komponen jembatan di lakukan setiap 3 bulan sekali. Kriteria kerusakan pada cat antara lain: timbulnya bintik-bintik bewarna coklat pada cat, cat retak dan cat melepuh atau mengelupas.