

BIAYA KONSTRUKSI DAN VOLUME KAYU PADA JALAN REL KAYU DAN REL BESI

(Construction cost and wood use in wooden and
steel railroad tracks)

Oleh/By

Dulsalam dan/and Apul Sianturi

Summary

An investigation on construction cost and wood use in railroad tracks in swamp forests has been carried out at two companies located in West Kalimantan, in 1983.

The investigation arrives at the following conclusion:

1. *The construction of both wooden and steel railroad tracks uses 4 layers of sleepers. The difference between the two lies in the rails itself.*
2. *The bearing capacity of steel railroad track ranges from 2 to 4 tons, while that of wooden railroad track from 10 to 15 tons.*
3. *Construction cost of wooden railroad tracks is lower than that of steel railroad tracks, i.e., Rp. 2.350.000.-/km and Rp. 11.483.000.-/km respectively. The volume of wood used in wooden and steel railroad tracks is 243 m³/km and 241 m³/km respectively.*
4. *The amounts of wood used between wooden railroad tracks and steel railroad tracks do not differ significantly. Among layer, however, they differ highly significantly.*

I. PENDAHULUAN

Pengangkutan kayu melalui jalan rel pada hakekatnya ada dua cara. Cara pertama adalah pengangkutan kayu dengan lori yang ditarik loko dan cara kedua adalah pengangkutan kayu dengan lori yang didorong orang. Yang pertama menggunakan jalan rel besi, sedang yang kedua dapat melalui jalan rel besi atau rel kayu.

Jalan rel yang lengkap terdiri dari rel besi yang sejajar di atas bantalan. Bantalan disusun di atas "balast" pada badan jalan dari tanah. Rel-rel dipasang secara kokoh pada bantalan untuk mendukung muatan dan gaya di atasnya (AHUJA T.D. & BIRDI G.S., 1975).

Bangunan jalan rel di hutan rawa terdiri dari dua bagian. Bagian atas adalah rel besi serta perlengkapannya, sedang di bagian bawah tersusun bantalan kayu-kayu bulat. Jenis rel dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu rel yang dibuat dari baja, dan rel dari kayu yang diperkuat dengan besi siku. Kayu yang digunakan berukuran 5 cm x 7 cm.

Ukuran rel besi yang digunakan di perusahaan hutan pada umumnya kecil dengan panjang 6 m. Jenis rel besi ini berspesifikasi 65/7, yaitu tingginya 65 mm dan beratnya 7 kg/m (MUHARAM, H. dan DULSALAM, 1983).

Pengangkutan kayu melalui jalan rel kayu dan

rel besi mempunyai keuntungan masing-masing. Biaya pembuatan jalan rel kayu relatif murah, sedangkan jalan rel besi umur pakainya panjang.

Pengangkutan kayu melalui kedua bentuk jalan rel ini banyak dijumpai di hutan rawa Kalimantan, tetapi studi perbandingan biaya dan kebutuhan volume kayu antara jalan rel besi dan rel kayu belum ada. Oleh karena itu Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan mengadakan penelitian tentang hal ini.

Tujuan dari studi ini adalah untuk memberikan informasi tentang perbandingan biaya dan volume kayu antara jalan rel kayu dan jalan rel besi, agar para pengusaha, Perusahaan Hutan (HPH) di daerah rawa dapat memilih cara yang sesuai secara rasional. Dalam penelitian ini dianggap bahwa:

1. Rel kayu berbeda dengan rel besi dalam fungsinya;
2. Banyaknya kayu yang dipakai dalam konstruksi jalan rel besi tidak sama dengan banyaknya kayu yang dipakai dalam konstruksi jalan rel kayu;
3. Banyaknya kayu yang dipakai untuk setiap lapisan bantalan dalam konstruksi jalan rel bervariasi.

II. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan data.

Data yang dikumpulkan untuk mencapai tujuan penelitian meliputi biaya bahan, biaya upah, panjang dan diameter kayu yang digunakan untuk konstruksi jalan rel kayu dan rel besi.

Langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penetapan lokasi penelitian di dua perusahaan hutan di Kalimantan Barat.
2. Di setiap perusahaan diamati 10 seksi jalan masing-masing sepanjang 100 m. Contoh pertama diambil secara acak dan yang lainnya secara sistematik dengan jarak interval 400 m.
3. Dari setiap contoh jalan diukur diameter dan panjang kayu yang terdapat dalam konstruksi jalan rel pada masing-masing lapisan bantalan.

B. Pengolahan data.

Untuk menghitung volume kayu digunakan rumus:

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 \times L$$

Di mana: V = volume (m³)
D = diameter di bagian tengah
berikut kulit (m)
L = panjang (m).

Pengolahan statistik dilakukan dengan rancangan tersarang (nested design) dengan dua faktor, yaitu jenis rel sebagai kelompok dan lapisan bantalan sebagai perlakuan. Kedua faktor tersebut tidak ada interaksi. Respon dalam analisis ini adalah banyaknya kayu yang digunakan untuk konstruksi jalan rel dinyatakan dalam m³/km. Analisis keragaman diperlukan untuk menarik kesimpulan tentang perbedaan volume kayu yang digunakan untuk konstruksi jalan rel antar jenis rel dan antar lapisan bantalan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN.

A. Biaya konstruksi jalan rel kayu dan rel besi.

Bangunan rel kayu dan rel besi terdiri dari dua bagian. Bagian atas terdiri dari rel beserta perlengkapan pengikatnya dan bagian bawah terdiri dari bantalan-bantalan kayu. Perbedaan konstruksi jalan rel kayu dan rel besi terletak pada bagian atasnya saja.

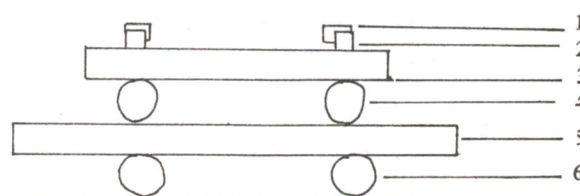
Pada jalan rel kayu, rel terbuat dari kayu kaso berukuran lebar 5 cm dan tinggi 7 cm. Bagian atas kayu dilapisi besi siku berukuran 5 cm x 5 cm. Rel kayu biasanya mempunyai panjang 6 m. Gambar penampang melintang jalan rel kayu dapat dilihat pada Gambar 1. Pengusaha HPH yang masih menggunakan jalan rel kayu antara lain adalah PT Persada Kawi.

PT Kayu Papa Enterprise menggunakan jalan rel besi. Rel besi berukuran kecil, yaitu 65/7, dengan tinggi 65 mm dan berat 7 kg/m. Gambar penampang melintang jalan rel besi dapat dilihat pada Gambar 2.

Unsur-unsur biaya dalam konstruksi jalan rel besi dan rel kayu secara garis besar terdiri dari dua macam, yaitu biaya bahan dan biaya upah. Biaya bahan dalam pembuatan jalan rel kayu meliputi biaya pembelian besi siku dan paku, sedang biaya bahan dalam pembuatan jalan rel besi meliputi biaya pembelian rel besi, besi sambungan, paku rel dan baut. Biaya upah pada konstruksi jalan rel kayu dan rel besi meliputi biaya pemasangan rel, pembuatan dan pemasangan unsur jari-jari dan galang.

Konstruksi jalan rel kayu memerlukan biaya sebesar Rp. 2.350.000,-/km, sedangkan jalan rel besi memerlukan biaya sebesar Rp. 11.485.000,-/km. Perincian biaya ini disajikan dalam Lampiran 1.

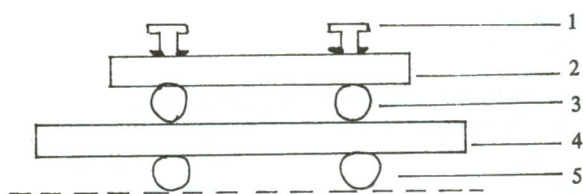
Daya dukung jalan rel kayu lebih rendah dibanding jalan rel besi, yaitu berturut-turut antara 2-4 ton dan 10-15 ton. Umur pakai rel besi kira-kira 10 tahun, sedangkan rel kayu kira-kira 4 bulan.



Ket. gambar:

- 1) besi siku (perpendicular iron)
- 2) rel kayu (wooden rail)
- 3) jari-jari/lapisan 1 (1st layer)
- 4) bujukan/lapisan 2 (2nd layer)
- 5) galang/lapisan 3 (3rd layer)
- 6) sepatu/lapisan 4 (4th layer)

Gambar 1. Penampang melintang jalan rel kayu.
Figure 2. Cross section of wooden railroad track



Ket. Gambar:

- 1) rel besi (steel rail)
- 2) jari-jari/lapisan 1 (1st layer)
- 3) bujukan/lapisan 2 (2nd layer)
- 4) galang/lapisan 3 (3rd layer)
- 5) sepatu/lapisan 4 (4th layer)

Gambar 2. Penampang melintang jalan rel besi.

Figure 2. Cross section of steel railroad track

B. Banyaknya kayu yang dipakai dalam konstruksi jalan rel kayu dan rel besi.

Banyaknya kayu yang dipakai dalam setiap km jalan rel kayu adalah rata-rata 243,1 m³ dengan simpangan baku 11,8 m³, sedangkan dalam setiap km jalan rel besi 340,7 m³ dengan simpangan baku 7,3 m³. Perinciannya disajikan dalam Lampiran 2.

Dari tabel pada Lampiran 2 dapat diketahui bahwa banyaknya kayu yang dipakai dalam masing-masing lapisan bantalan pada konstruksi jalan rel kayu berkisar antara 26,8 m³/km-83,3 m³/km. Lapisan ketiga memerlukan kayu paling banyak dibanding dengan lapisan lain. Lapisan ketiga terdiri dari kayu berdiameter relatif besar guna memperoleh konstruksi jalan yang kokoh. Dalam lapisan yang paling bawah atau ke empat ditemukan kayu relatif sedikit, karena terdiri dari kayu berdiameter relatif kecil. Lapisan kesatu, kedua, ketiga dan keempat berturut-turut adalah 59,5 m³/km dengan simpangan baku 5,6 m³/km, 73,4 m³/km dengan simpangan baku 3,39 m³/km, 83,3 m³/km dengan simpangan baku 11,15 m³/km dan 26,8 m³/km dengan simpangan baku 2,20 m³/km. Variasi terbesar dalam volume kayu ditemukan pada lapisan ketiga.

Banyaknya kayu yang dipakai dalam konstruksi jalan rel besi berkisar antara 208,3 m³/km — 276,3 m³/km. Banyaknya kayu pada masing-masing lapisan bantalan jalan rel besi berkisar antara 31,1 m³ — 93,1 m³ per km. Seperti halnya dengan jalan rel kayu lapisan ketiga pada jalan rel besi memerlukan kayu paling banyak, dan lapisan keempat paling sedikit.

Banyaknya kayu dalam setiap km jalan rel besi pada lapisan kesatu, kedua, ketiga dan keempat

berturut-turut adalah 48,4 m³ dengan simpangan baku, 2,51 m³, 68,1 m³ dengan simpangan baku 5,03, 93,2 m³ dengan simpangan baku 8,43 m³ dan 31,1 m³ dengan simpangan baku 2,69 m³. Seperti pada jalan rel kayu variasi paling besar ditemukan pada lapisan ketiga.

Dari analisis statistik ternyata bahwa banyaknya kayu dalam masing-masing lapisan bantalan berbeda sangat nyata (Tabel 1), tetapi di antara jalan rel kayu dan rel besi tidak berbeda nyata.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa banyaknya kayu yang dipakai antara jalan rel kayu dan rel besi di hutan rawa tidak begitu berbeda. Banyaknya kayu yang dipakai dalam setiap km jalan rel kayu secara rata-rata lebih banyak 2,4 m³ dibanding jalan rel besi. Banyaknya kayu yang dipakai pada setiap lapisan bantalan baik pada jalan rel kayu maupun jalan rel besi mempunyai variasi cukup besar.

Tabel 1. Analisis keragaman banyaknya kayu yang digunakan dalam setiap km jalan rel kayu dan rel besi

Table 1. Analysis of variance for wood use in every km of wooden and steel railroad tracks

Sumber variasi (Source of variation)	Derajat bebas (Degrees of freedom)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Rata-rata kuadrat (Mean square)	F hit. (F cal.)
Jenis rel (A) (Kind of rail)	1	7,25	7,25	0,001 ^{n.s.}
Lapisan bantalan (B/A) (Layer of sleepers)	6	39.541,45	6.590,24	18,67**
Galat (Error)	72	25.412,85	352,96	
Jumlah (Total)	79	64.961,55		

Keterangan: n.s. = Tidak berbeda nyata
(Remarks) (Non-significant)

** = Berbeda sangat nyata
(Highly significant)

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Konstruksi jalan rel kayu dan rel besi pada umumnya menggunakan empat lapisan bantalan. Perbedaan antara konstruksi jalan rel kayu dan rel besi hanya terletak pada relnya.

2. Jalan rel kayu mempunyai daya dukung antara 2-4 ton, sedang jalan rel besi antara 10-15 ton.
3. Biaya pembuatan jalan rel kayu lebih murah daripada jalan rel besi, yaitu berturut-turut Rp. 2.350.000,—/km dan Rp. 11.485.000,—/km.
4. Banyaknya kayu yang dipakai dalam jalan rel kayu dan rel besi tidak berbeda nyata, sedang antar lapisan bantalan berbeda sangat nyata.
5. Banyaknya kayu yang dipakai dalam konstruksi jalan rel kayu dan rel besi berturut-turut adalah 243 m³/km dan 241 m³/km.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, T.D. dan G.S. Birdi, 1975. *Roads, Railways and Bridges*. Rajinder Kumarjain, Standard Book House 1705/A, Naisarak/Delhi.
- Muharam, H. dan Dulsalam, 1983. *Konstruksi jalan rel di hutan rawa pada beberapa perusahaan hutan di Kalimantan dan Sumatera*. Balai Penelitian Hasil Hutan, Bogor, Laporan no. 163.

Lampiran 1. Appendix 1.

Biaya pembuatan jalan rel kayu dan rel besi per km.
Construction cost of wood and steel railroad track per km.

Uraian (Item)	Biaya (Rp.) (Cost)	
	Rel kayu (Wooden rail)	Rel besi (Steel rail)
BAHAN (MATERIAL)		
Rel (rails)	—	10.000.000
Besi siku	1.000.000	—
Paku rel (spikes)	—	170.000
Paku (nails)	200.000	—
Besi sambungan (conector)	—	140.000
Baut (bolts)	—	175.000
Jumlah biaya bahan (Total material cost)	1.200.000	10.485.000
UPAH (WAGE)		
Pembuatan dan pemasangan galang (Preparation and placement of "galang" layer)	650.000	600.000
Pembuatan dan pemasangan jari-jari (Preparation and placement of "jari-jari" layer)	250.000	200.000
Pemasangan rel (Placement of rail)	250.000	200.000
Jumlah biaya upah (Total of wages)	1.150.000	1.000.000
Jumlah keseluruhan (Grant total)	2.350.000	11.485.000

Lampiran 2. Banyaknya kayu yang dipakai dalam setiap km jalan rel kayu dan rel besi.
 Appendix 2. Amount of wood used in every km of wooden and steel railroad track.

Rel (Track) A	Lapisan (Layer) B	Ulangan (Replication)										Jumlah (Total)	Rata- rata (Mean)	$\overline{S_x}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Kayu (Wood)	1.	43,25	46,19	86,55	41,90	42,62	81,17	80,75	58,18	66,81	48,15	595,57	59,56	5,65
	2.	67,16	81,84	73,84	62,00	84,78	88,98	74,84	78,18	54,25	67,96	733,83	73,38	3,39
	3.	97,26	122,26	87,12	93,40	70,31	82,98	18,92	143,01	69,95	47,76	833,39	83,34	11,15
	4.	21,76	15,43	26,56	32,60	24,52	28,07	19,32	29,54	31,28	39,26	268,34	26,83	2,20
	Jumlah (Total)	229,43	266,14	274,07	229,90	222,23	281,20	193,20	308,91	222,29	203,13	2431,16	243,12	11,80
Baja (Steel)	1.	65,50	50,60	44,40	40,10	48,53	56,28	47,76	37,95	47,62	44,90	483,64	48,36	2,51
	2.	75,10	55,60	41,20	62,00	72,54	60,63	58,40	86,40	72,41	96,24	680,46	68,05	5,03
	3.	68,50	98,80	146,60	97,00	62,04	94,72	68,17	123,11	73,93	98,65	931,52	93,15	8,43
	4.	27,80	40,90	33,20	32,60	33,90	27,06	45,56	28,86	14,30	27,24	311,42	31,14	2,69
	Jumlah (Total)	236,90	245,90	265,40	231,70	217,01	238,69	219,89	276,26	208,26	267,03	2407,04	240,70	7,26