

## ANALISIS KAPASITAS JALUR DAN KECELAKAAN KERETA API

**Siti Malkhamah, Ir., MSc., Dr., Prof.**

Staf Pengajar

Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT)

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281

(P):0274-902245,524712(F):0274-524713

smalkhamah@mstt.ugm.ac.id

**Imam Muthohar, ST., MT., Dr. Eng**

Staf Pengajar

Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT)

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281

(P):0274-902245,524712(F):0274-524713

imuthohar@mstt.ugm.ac.id

**Djoko Murwono, ST., M.Sc.**

Staf Pengajar

Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT)

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281

(P):0274-902245,524712(F):0274-524713

djmurwono@mstt.ugm.ac.id

**Yuwono Wiarco, S.Si.T, MT**

Mahasiswa

Program Pascasarjana

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281

(P):0274-902245,524712(F):0274-524713

yuwonowiarco@gmail.com

### Abstract

Train is an efficient public transportation that need to be developed. Currently, the development of railway infrastructures is already showing some improvements. One of them is the completion of Jakarta-Surabaya double track. With the construction of the double track, the railway capacity increased. However, research on the railway capacity in Indonesia is still limited. There was still inefficiency in using the railway capacity by the operator. This research aims to investigate the factors that affect the capacity and the relationship between railway capacities and train accidents. The data required were obtained from PT Kereta Api (Persero) and the Ministry of Transportation and from site visits. The data were then abstracted and analysed. It was found that there was a decrease in the number of accidents in 2010 - 2014, with a variety of causes such as: infrastructure, facilities, human and external factors. The construction of a double-track railway had contributed to the decline of the accidents. This is due to the construction of a double track increased the railway capacity. It resulted in the loss of intersection or crossing points. Those crossing points were the critical points of the accidents. The declining of forwarding of train travel increased speed and travel time. The increase of capacity and safety finally improved the train services for both passengers and goods.

**Keywords:** capacity, train, accident

### Abstrak

Kereta api merupakan moda transportasi yang efisien sehingga perlu dikembangkan. Saat ini perkembangan pembangunan infrastruktur perkeretaapian sudah menunjukkan peningkatan, salah satunya dengan selesainya pembangunan jalur ganda Jakarta-Surabaya. Dengan selesainya pembangunan jalur ganda ini, terjadi peningkatan kapasitas jalur kereta api. Namun penelitian atas kapasitas jalur kereta api di Indonesia masih terbatas dan yang terjadi adalah masih adanya inefisiensi penggunaan kapasitas oleh operator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis kapasitas jalur kereta api, faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas serta hubungan antara kapasitas jalur kereta api dengan kecelakaan kereta api. Data yang diperlukan diperoleh dari PT Kereta Api (Persero) dan Kementerian Perhubungan dari pengamatan lapangan. Data tersebut dikompilasi dan dianalisis. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat penurunan jumlah kecelakaan pada Tahun 2010 – 2014, dengan berbagai penyebab antara lain: prasarana, sarana, manusia dan faktor eksternal. Pembangunan jalur ganda kereta api memiliki andil terhadap penurunan kecelakaan. Peningkatan kapasitas akibat pembangunan jalur ganda kereta api menghilangkan titik-titik persilangan atau *crossing* yang merupakan salah satu titik rawan terjadinya kecelakaan serta menurunnya jumlah penyusulan perjalanan kereta api, peningkatan kecepatan dan waktu tempuh. Peningkatan kapasitas dan keselamatan pada akhirnya meningkatkan pelayanan kereta api baik kepada penumpang maupun barang.

**Kata-kata kunci:** kapasitas, kereta api, kecelakaan

## LATAR BELAKANG

Peningkatan kapasitas jalur kereta api memiliki peran penting tidak hanya berwujud perbaikan pelayanan penumpang dan barang, namun juga pengurangan potensi terjadinya kecelakaan kereta api. Beberapa kejadian kecelakaan kereta api terutama kecelakaan yang melibatkan antar kereta memiliki peluang terjadi pada pengoperasian di jalur tunggal jika salah satu prosedur dalam SOP tidak dipatuhi dan dilaksanakan dengan baik.

Menurut Direktorat Jenderal Perkeretaapian (2011), peristiwa kecelakaan meliputi berbagai tipe kecelakaan kereta api berfluktuasi tiap tahunnya. Malkhamah (2007) mencatat bahwa permasalahan keselamatan perkeretaapian ini cukup kompleks dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Seperti halnya infrastruktur jalan, kapasitas yang terbatas dapat menimbulkan potensi berupa kecelakaan. Sebagai contoh, pada jalan dengan arus lalu lintas yang padat cenderung ada *gap acceptance* yang rendah (oleh pejalan kaki maupun oleh pengemudi kendaraan yang akan menyeberang jalan tersebut) (Malkhamah, 2005).

Kapasitas yang terbatas menyebabkan pengoperasian yang cenderung mendekati kondisi jenuh dan kritis sehingga menimbulkan kerawanan dan risiko terjadinya kecelakaan. Selain itu, adanya kecelakaan menyebabkan pelayanan menjadi terganggu (turun). Pelayanan yang turun mengakibatkan porsi penggunaan transportasi jalan yang menimbulkan berbagai dampak lingkungan dan pemborosan energi meningkat. Dengan demikian permasalahan kapasitas mempunyai kaitan yang sangat erat dengan pencegahan bencana kecelakaan, pelayanan, dampak lingkungan, dan penghematan energi, sehingga semua hal ini perlu dipahami secara bersama.

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan studi literatur terkait dengan kapasitas jalur kereta api.
2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalur kereta api.
3. Mengetahui kecelakaan kereta api,
4. Mengetahui hubungan antara kapasitas jalur kereta api dengan kecelakaan kereta api.

## METODE PENELITIAN

Data yang diperlukan adalah berbagai variabel yang terkait dengan kapasitas jalur kereta api dan data kecelakaan kereta api. Data diperoleh dari PT Kereta Api (Persero) dan Kementerian Perhubungan serta dari pengamatan di lapangan. Analisis dilakukan menggunakan analisis statistik.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Kapasitas Jalur Kereta Api

Penghitungankapasitas jalur kereta api di Indonesia saat ini menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Supriyadi (2008) seperti di bawah ini.

- 1) untuk jalur tunggal

$$K = \frac{1440}{H} x \eta$$

2) untuk jalur ganda

$$K = \frac{1440}{H} \times 2 \times \eta$$

3) nilai *headway*

$$H = t_{a-b} + t_p + C$$

K merupakan kapasitas pada petak jalan. Dari persamaan di atas dapat diketahui bahwa kapasitas didasarkan pada nilai 1440 yang merupakan total waktu selama 24 jam ( dalam menit); Hadalah *headway*(menit);  $\eta$  adalah faktor pengali setelah dikurangi faktor waktu untuk perawatan dan waktu karena pola operasi perjalanan kereta api; dan nilainya diambil sebesar 60% untuk jalur tunggal dan 70 % untuk jalur ganda;  $t_{a-b}$  adalah waktu tempuh kereta api antara stasiun A dengan stasiun B (menit);  $t_p$  adalah waktu perjalanan dari sebelum sinyal muka stasiun A bagi kereta api kedua (jarak 3 km) (menit); dan C adalah waktu pelayanan blok dan sinyal (menit).

Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa kapasitas jalur ganda mempunyai nilai yang besar (hampir 2 kali) dari jalur tunggal. Peningkatan kapasitas ini terjadi dikarenakan kemampuan dari jalur ganda untuk mengalirkan kereta api semakin meningkat yang disebabkan oleh :

- a. meningkatnya kecepatan sehingga mengurangi waktu perjalanan.
- b. hilangnya persilangan antar kereta api yang berakibat semakin turunnya waktu perjalanan
- c. peningkatan jalur kereta api menjadi jalur kembar umumnya disertai dengan peningkatan persinyalan yaitu menjadi persinyalan elektrik, dimana persinyalan elektrik mempunyai waktu pelayanan sinyal yang lebih rendah sehingga meningkatkan kapasitas jalur kereta api
- d. kemudahan dalam menambah frekuensi perjalanan kereta api.

Peningkatan kapasitas jalur kereta api dengan mengubah jalur tunggal menjadi jalur ganda merupakan langkah yang paling sering digunakan, namun selain itu terdapat langkah-langkah lain yang juga bisa dilakukan untuk menaikkan kapasitas jalur kereta api yaitu dengan cara :

- a. memperpendek petak jalan pada jalur tunggal, dengan memperpendek petak jalan maka semakin menambah petak jalan. Semakin banyak petak jalan maka semakin tinggi volume kereta api yang dapat dialirkan karena syarat perjalanan kereta api adalah tidak boleh ada 2 kereta pada petak jalan yang sama.
- b. meningkatkan kecepatan, dalam hal ini meningkatkan kecepatan prasarana dan sarana yang ditetapkan dalam Gapeka (Grafik Perjalanan Kereta Api)
- c. penggantian hubungan blok (persinyalan) dari persinyalan manual menjadi elektrik (otomatis) akan meningkatkan kapasitas jalur tunggal akibat peningkatan waktu pelayanan sinyal.

Perubahan jalur tunggal menjadi jalur ganda selain meningkatkan kapasitas jalur kereta api juga akan mengurangi persilangan dan penyusulan dalam perjalanan kereta api. Persilangan atau *crossing* merupakan kondisi yang terjadi pertemuan antara dua kereta api yang berlawanan arah. Penyusulan adalah kondisi yang sedemikian sehingga satu kereta

api disusul oleh kereta lainnya dengan arah yang sama. Lokasi persilangan ataupun lokasi penyusulan bisa berupa stasiun atau titik persilangan (stasiun operasi).

### Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Jalur Kereta Api

Sebenarnya faktor yang mempengaruhi kapasitas tidak sesederhana yang disampaikan oleh Supriyadi (2008). Berdasarkan studi literatur diketahui bahwa banyak sekali faktor yang - memengaruhi kapasitas jalur kereta api. Faktor-faktor tersebut anatara lain adalah jumlah kereta, heterogenitas, stabilitas, kecepatan, infrastruktur, pengoperasian, panjang kereta, waktu *delay*, *junction*, *intermediate signals*, sumber daya, *scedulling*, jumlah jalur, panjang *track*, jarak sinyal, pemberhentian dan *maintenance*. Berbagai faktor ini direkapitulasi berdasarkan penelitian Landex dkk. (2006), Landex (2008), Burdett dan Koza (2006), Quorum Corp (2005), Farras (2011), Luethi (2007), Rosetti dkk (2009), Weits (2000), Kendra (2012), Abril dkk (2007), Price (1995), Frank (1966), Mattsson (2007), Weslch dan Gussow (1986) dan Supriyadi (2008).

Terkait dengan rumusan kapasitas jalur kereta api yang digunakan di Indonesia saat ini, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut agar rumusan yang digunakan sesuai dengan kondisi di lapangan. Hal ini perlu dilakukan karena berdasarkan rumus perhitungan saat ini diketahui bahwa terdapat nilai efisiensi (faktor pengali) yaitu sebesar 60% untuk jalur tunggal dan 70% untuk jalur ganda. Adanya nilai ini menunjukkan bahwa terdapat nilai yang hilang dan mengurangi nilai kapasitas yang dibutuhkan untuk perawatan infrastruktur (rel) dan pola operasi kereta api, yaitu untuk mengantisipasi apabila terjadi kelambatan.

Dari pengamatan di lapangan, dijumpai banyaknya variasi berbagai variabel di atas. Dengan demikian kapasitas jalur kereta api tidak sesederhana yang dituliskan oleh Supriyadi (2008).

### Kecelakaan Kereta Api di Indonesia

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan informasi diketahui bahwa kecelakaan yang terjadi meliputi berbagai jenis seperti yang tersusun pada Tabel di bawah ini.

**Tabel 1.** Jumlah Kecelakaan Kereta Api Tahun 2006 – 2011

No	Jenis Kecelakaan	Tahun					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Tabrakan KA dengan KA	5	3	3	5	3	1
2	Tabrakan KA dengan Kendaraan umum	24	20	21	21	26	22
3	Anjlok	68	110	99	41	25	23
4	Terguling	5	7	8	7	4	2
5	Banjir/ longsor	3	3	8	8	6	1
6	Lain-lain	11	16	8	8	4	6
Jumlah		116	159	147	90	68	55

Sumber : Ditjen Perkeretaapian, Kemenhub, 2012

Sebagai catatan, bahwa sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api pasal 110 dinyatakan bahwa kecelakaan di perlintasan sebidang bukan merupakan kecelakaan kereta api, sedangkan berdasarkan penyebab terjadinya kecelakaan terdapat faktor sarana, prasarana, SDM operator, eksternal, dan alam, yang jumlahnya dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Penyebab Kecelakaan Kereta Api Tahun 2006 – 2011

No	Penyebab	Tahun						Total
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	
1	Sarana	44	48	37	22	11	11	129
2	Prasarana	26	39	24	12	6	3	84
3	SDM operator	13	34	49	24	14	14	135
4	Eksternal	29	30	30	23	28	26	137
5	Alam	4	8	7	9	9	1	34
Jumlah		116	159	147	90	68	55	519

Sumber : Ditjen Perkeretaapian, Kemenhub, 2012

Berdasarkan data di atas diketahui bahwa faktor eksternal, SDM operator, dan sarana memberikan kontribusi tinggi penyebab kecelakaan. Ada hal lain yang luput dari perhatian yaitu kemungkinan kecelakaan juga disebabkan oleh kesalahan pengoperasian lalu lintas yang bisa diakibatkan oleh faktor SDM, faktor prasarana pendukung operasi dan pola pengaturan operasi itu sendiri karena diketahui bahwa kereta api berjalan berdasarkan perintah atau semboyan yang ada atau berjalan berdasarkan perintah dari operator operasi lalu lintas. Data terakhir sampai dengan tahun 2014 tentang kecelakaan kereta api ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Data Jenis Kecelakaan Kereta Api (tahun 2010-2014)

(\*per 4 Juni 2014)

No	JENIS KECELAKAAN	TAHUN				
		2010	2011	2012	2013	2014*
A	Kecelakaan					
	1. Tabrakan KA dengan KA	3	1	2	0	1
	2. Anjlok	25	23	21	25	12
	3. Terguling	4	2	2	1	0
	4. Lain-lain **	4	6	2	6	1
B	Gangguan operasional					
	Banjir/ longsor	6	1	4	7	2
Jumlah		42	33	31	39	16

Sumber : Ditjen Perkeretaapian, Kemhub, 2014

\*\*Termasuk kategori lain-lain : buffer antar rangkaian terlepas, pantograph kereta listrik patah, rangkaian kereta api terbakar, rel terputus, rel gompal, rangkaian kereta api terserempet sheetpile pekerjaan jembatan, rangkaian kereta api terserempet truk pekerjaan jalur KA dan lain-lain.

Hasil analisis berbagai penyebab kecelakaan yang dilakukan oleh Direktorat Keselamatan, Ditjen Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan berdasarkan faktor penyebabnya adalah sebagai berikut :

- Faktor penyebab sarana, dibedakan atas: pengereman tidak bekerja dengan baik, kerusakan pada as dan roda (as patah, bearing macet), pembebanan tidak merata, kelebihan beban, kurangnya perawatan sarana, dan tidak menggunakan suku cadang standar.
- Faktor penyebab prasarana, dibedakan atas: adanya kecroton (*mud pumping*), jalan tidak layak (bantalan kayu rapuh, rel patah, wesel rusak, badan jalan longsor/ amblas), jembatan kurang laik (kurangnya perawatan, terjadinya karat (jembatan besi))

- c. Faktor penyebab manusia, dibedakan atas: masinis tidak melaksanakan standar prosedur operasi yang ditetapkan (melanggar kecepatan), pengaturan dinas kurang baik sehingga menimbulkan kelelahan fisik, faktor fisik (ngantuk, tertidur, dan lain-lain)
- d. Faktor penyebab eksternal, dibedakan atas: masyarakat tidak disiplin melintasi perlintasan sebidang, bangunan liar di sekitar jalan rel mengganggu pandangan bebas masinis, vandalisme (pencurian alat penambat, pelemparan kaca), terjadinya bencana alam (gempa bumi, longsor, banjir dan lain-lain).

### **Kapasitas Jalur dan Kecelakaan Kereta Api**

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa terjadi penurunan kejadian kecelakaan dari tahun 2010-2014 dilihat dari aspek jenis kecelakaan yang berhubungan dengan internal perkeretaapian yaitu tabrakan KA dengan KA, anjlokkan dan terguling dan lain-lain. Kecelakaan ini terjadi bisa diakibatkan oleh prasarana atau sarana atau operasi.

Penurunan kecelakaan ini belum bisa dianalisis secara mendetail akibat keterbatasan data yang ada saat ini, namun secara empiris dapat diduga penurunan kecelakaan ini berhubungan dengan perbaikan infrastruktur yang salah satunya pembangunan jalur ganda. Mengapa pembangunan jalur ganda berkaitan dengan dengan menurunnya kecelakaan? Beberapa hal dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Sebagaimana diketahui bahwa lokasi rawan terjadi kecelakaan umumnya terdapat di emplasemen atau stasiun (yang terdapat wesel dan merupakan titik rawan terjadinya kecelakaan karena merupakan titik percabangan jalur kereta api, sehingga kereta api wajib menurunkan kecepatan mencapai kecepatan tertentu ketika melewati wesel), tikungan (tikungan merupakan lokasi rawan kecelakaan sehingga terhadap tikungan dengan radius tertentu harus dilewati dengan kecepatan tertentu juga) dan jembatan (jembatan merupakan lokasi rawan kecelakaan, mengingat kondisi jembatan rawan gangguan dari aliran air dibawahnya serta struktur kekuatan jembatan itu sendiri). Adanya pekerjaan pembangunan jalur ganda akan meningkatkan kualitas kondisi infrastruktur baik rel, jembatan maupun persinyalan.
- b. Pada pertengahan tahun 2014 telah diselesaikan pembangunan jalur ganda Jakarta-Surabaya yang pada akhirnya meningkatkan kapasitas jalur kereta api dan juga menurunnya titik-titik rawan kecelakaan yaitu: hilangnya persilangan atau *crossing*, menurunnya penyusulan, peningkatan kecepatan dan waktu tempuh kereta api, kemudahan penjadwalan perjalanan kereta api. Selain itu juga terdapat peningkatan sistem persinyalan dan peningkatan jenis rel yang digunakan termasuk bantalan beton. Dengan peningkatan pelayanan dimaksud secara langsung akan berakibat menurunnya tingkat kecelakaan kereta api.

Kapasitas mempengaruhi keselamatan atau kecelakaan. Di sisi lain, kecelakaan mempengaruhi kapasitas. Terjadinya kecelakaan menyebabkan jalur tidak dapat dilalui oleh kereta api untuk sementara waktu. Dengan demikian, kecelakaan tidak hanya merugikan dalam hal kehilangan nyawa manusia, menyebabkan korban luka-luka dan kehilangan materi karena kerusakan prasarana dan sarana, tetapi juga mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit dalam hal penurunan kapasitas yang akhirnya mengakibatkan keterlambatan pengangkutan orang dan barang. Sangat penting bahwa penanganan kecelakaan perlu dilakukan dengan segera dan tidak terlalu lama sehingga penurunan kapasitas tidak terlalu besar. Penelitian ini masih berlangsung dan analisis terkait kapasitas dan kecelakaan masih terus dilakukan.

## KESIMPULAN

1. Kapasitas jalur keretaapi di Indonesia selama ini menggunakan rumus sederhana yang dikembangkan oleh Supriyadi (2008).
2. Dari studi literatur diperoleh bahwa banyak faktor atau variabel yang mempengaruhi kapasitas jalur dan ini meliputi jumlah kereta, heterogenitas, stabilitas, kecepatan, infrastruktur, pengoperasian, panjang kereta, waktu *delay*, *junction*, *intermediate signals*, sumber daya, *scedulling*, jumlah jalur, panjang *track*, jarak sinyal, pemberhentian dan *maintenance*. Dari hasil pengamatan di lapangan diperoleh bahwa berbagai faktor atau variabel ini nilainya bervariasi.
3. Kecelakaan yang terjadi di lajur keretaapi meliputi tabrakan antar KA, tabrakan KA dengan kendaraan umum, anjokan, terguling, banjir/longsoran dan jenis lainnya. Penyebab kecelakaan yang terutamasecara berturut-turut adalah disebabkan oleh eksternal, SDM operator, dan sarana.
4. Pembangunan jalur ganda meningkatkan kapasitas jalur kereta api serta mengurangi risiko kecelakaan karena pembangunan jalur ganda menyebabkan hilangnya titik-titik persilangan atau *crossing* yang merupakan salah satu titik rawan terjadinya kecelakaan, menurunnya jumlah penyusulan perjalanan kereta api, peningkatan kecepatan dan waktu tempuh yang pada akhirnya terjadi peningkatan pelayanan kereta api baik kepada penumpang maupun barang. Kapasitas mempengaruhi keselamatan dan di sisi yang lain kecelakaan mempengaruhi kapasitas serta menimbulkan kerugian yang besar dan perlu untuk diteliti lebih lanjut.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI melalui kegiatan Penelitian Unggulan Universitas Gadjah Mada Tahun Anggaran 2014 yang telah menyediakan dana dalam melakukan penelitian ini. Tak lupa Penulis juga berterima kasih kepada pihak Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan dan PT Kereta Api Indonesia yang telah memberikan dukungan dan menyediakan data-data yang diperlukan selama melakukan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abril, M., Barber, F., Ingolotti, L., Salido, M. A., Tormos, P., Lova, A. 2007. An Assessment of Railway Capacity. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 44, Issue 5, hlm. 774-806. (Ed. Elsevier Science).
- Burdett, R. L. and Kozan, E. 2006. Techniques for Absolute Capacity Determination in Railways. Transportation Research Part B: Methodological 40(8), hlm. 616-632. Elsevier.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2012, Jumlah Kecelakaan Kereta Api 2006-2011, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2012, Penyebab Kecelakaan Kereta Api 2006-2011, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2014, Data dan Jenis Kecelakaan Kereta Api 2010-2014, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Esveld, C. 2001. Modern Railway Track. MRT Press, The Netherlands.

- Kauppi, A., dkk. 2003. Future Train Traffic Control, Control by Re-planning. European Conference on Rail Human Factors, York, UK.
- Kementerian Perhubungan. 2007. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan. 2011. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 35 Tahun 2011 Tentang Tata Cara dan Standar Pembuatan Grafik Perjalanan Kereta Api. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan. 2011. Rencana Induk Perkeretaapian Nasional. Jakarta.
- Kendra dkk, 2012, Changes of the infrastructure and operation parameters of a railway line and their impact to the track capacity and the volume of transported goods, transport research arena – Europe 2012, University of Zilina, Slovakia.
- Landex, A., dkk. 2006. Evaluation of Railway Capacity. Proceedings of Annual Transport Conference at Aalborg University, Denmark.
- Landex, A. 2008. Methods to Estimate Railway Capacity and Passenger Delays, DTU Transport, Denmark.
- Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Gadjah Mada (LPPM UGM). 2012. Rencana Induk Penelitian Universitas Tahun 2012. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Luethi, M., dkk. 2007. Increasing Railway Capacity and Reliability through Integrated Real Time Rescheduling. Proceedings of the 11th World Conference on Transport Research, Berkeley.
- Lumbantoruan, H. Parulian dan Malkhamah, S. 2012. Options for Linking Indonesia into The Transition Railway Network. Seminar MSTT UGM, Yogyakarta.
- Mahardi, P. dan Malkhamah, S. 2011. Precondition of Railway Restructuring in Developing Countries: A Case Study of Indonesia. Proceeding Simposium Internasional FSTPT ke 15, STTD Bekasi.
- Malkhamah, S. 2005. Pemodelan Kapasitas Bagian Jalanan Bundaran. Media Teknik No.1 Th. XXVII Edisi Februari 2005, hal 46-50.
- Malkhamah, S. 2007. Road User Behaviour and Safety at Railway/ Road Level Crossing in Yogyakarta, Indonesia. International Seminar in Railway Safety Management, Vietnam.
- Malkhamah, S. 2012. Pendidikan Tinggi Teknis Bidang Perkeretaapian. Workshop Training Need Assesment Program Studi Akademi Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Malkhamah, S. 2012. Speed Management in Indonesia. Australia – Indonesia Road Safety Workshop, Department of Infrastructure and Transport Australia and Ministry of Transportation Indonesia, Manado.
- Pusat Pengembangan SDM Perhubungan Darat (Pusbang SDM Hubdat). 2012. Kebijakan Pengembangan SDM Perkeretaapian. Workshop Training Need Assesment Program Studi Akademi Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Supriyadi, Uned. 2008, Kapasitas Lintas dan Permasalahannya. Bandung.
- Weits, E.A.G. 2000. Railway Capacity and Timetable Complexity. In Proceedings of the 7th International Workshop on Project Management and Scheduling, Osnabrück, Germany.



Welch, dkk, 1986, Expansion of Canadian National Railway's Line Capacity, Interfaces, Vol. 16, No. 1, Franz Edelman Award Papers (Jan. - Feb., 1986), pp. 51-64, <http://www.jstor.org/stable/25060783>.