

# **PERENCANAAN JALUR GANDA KERETA API KORIDOR SEMARANG BOJONEGORO RUAS SEMARANG TAWANG – NGROMBO**

Dian Rachmasari, Srie Heruyani Stevia Lukmanasari  
Bambang Pudjianto, Moga Narayudha

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239  
Telp : (024)7474770, Fax : (024) 7460060

## **ABSTRAK**

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan dan perkembangan penduduk maka semakin banyak diperlukan transportasi yang baik untuk melancarkan arus lalu lintas. Khususnya KA menuntut adanya peningkatan akan pelayanan kapasitas, kecepatan, dan juga faktor keamanan dan kenyamanan, untuk itu perlu pemikiran atau perencanaan yang mampu menjawab permasalahan tersebut, diantaranya adalah perbaikan sarana dan prasarana seperti pembangunan jaringan rel ganda Kereta Api. Dalam hal ini hanya sebatas ruas jalur Kereta Api Semarang Tawang-Ngrombo yang dianggap mewakili jalur Semarang Bojonegoro. Tahapan metodologi yang digunakan terdiri dari tahap perumusan masalah, tinjauan pustaka, pengumpulan data, analisis data, perencanaan, penyusunan RAB dan tahap akhir. Adanya perubahan kapasitas rencana yang akan dilayani oleh jalur ini, menyebabkan kondisi alinyemen dan struktur jalur eksisting harus disesuaikan dengan persyaratan untuk jalur Kelas I. Sedangkan untuk jalur baru sebisa mungkin sejajar dengan jalur eksisting dan desain harus sesuai dengan persyaratan. Dari analisa ini dapat terlihat bahwa hampir seluruh jalur eksisting mengalami perubahan baik dari segi alinyemen maupun secara struktural. Dari hasil perhitungan didapat proyek ini menghabiskan dana sebesar Rp 457.000.000.000,00 untuk pembangunan jalur baru.

## **ABSTRACT**

Along with the increasing demand and growth of population, the more necessary a good transportation to smooth traffic flow. Especially KA demands will increase service capacity, speed, and safety and comfort, it is necessary to thinking or planning that

address these issues, including the improvement of facilities and infrastructure such as the construction of double track Railway network. In this case only a segment of Semarang Tawang Railway track-Ngrombo are supposed to represent the path Bojonegoro Semarang. Stages of the methodology used in the planning stage consists of the problem formulation, literature review, data collection, data analysis, planning, RAB and the final stage. The change capacity plans that will be served by this pathway, leading to the condition of the existing track alignment and structure must be adapted to the requirements for Class I. path Based on the soil conditions on the project which is unstable and track existing conditions that are often submerged rob the new double track line is designed with a higher elevation than the existing track conditions. From the analysis it can be seen that almost all double track line has a condition that is much different from the existing track in terms of structural, alignment and land protection. Calculation results obtained from this project spent Rp 457.000.000.000,00 to build the new track.

## **PENDAHULUAN**

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan dan perkembangan penduduk maka semakin banyak diperlukan penyediaan sarana dan prasarana transportasi yang baik untuk melancarkan arus lalu lintas. Pada saat inilah moda transportasi berokupansi tinggi, cepat, murah, aman, handal, dan efisien merupakan jawabannya, dan tuntutan itulah yang dimiliki oleh moda kereta api. Selain itu, moda kereta api juga memiliki peluang yang cukup besar untuk dikembangkan karena pada saat ini jalan raya sudah hampir mencapai tingkat kejenuhan dengan prosentase terhadap moda transportasi darat adalah sebesar 94,51 %. Di sisi lain, moda kereta api masih sangat kecil prosentasenya, yaitu sebesar 5,49 % saja terhadap moda transportasi darat. Peranan transportasi kereta api khususnya sebagai salah satu moda transportasi darat tidak diragukan lagi, baik sebagai sarana angkutan penumpang maupun barang.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Perencanaan konstruksi jalan rel baik jalur tunggal maupun jalur ganda harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara teknis, nonteknis, dan ekonomis.

Secara teknis diartikan konstruksi jalan rel tersebut harus dapat dilalui kendaraan rel dengan dengan tingkat kenyamanan tertentu selama umur konstruksinya.

Secara nonteknis diartikan bahwa dalam pembangunan jalan rel tersebut harus memperhatikan kendala dan masalah-masalah yang dirasakan langsung maupun tidak langsung oleh masyarakat. Seperti halnya pembebasan tanah ataupun pengambilan hak penggunaan lahan PT KAI guna lahan area *track* baru yang selama ini dimanfaatkan oleh masyarakat, juga tingkat kebisingan yang timbul akibat pelaksanaan konstruksi dan operasionalnya kelak, serta konstruksi jalan rel tersebut tidak menimbulkan permasalahan sosial dan lingkungan sehingga masyarakat dapat menerima dengan baik dan tidak terganggu oleh keberadaannya.

Secara ekonomis diharapkan agar pembangunan dan pemeliharaan konstruksi jalan rel tersebut dapat diselenggarakan dengan biaya sekecil mungkin namun masih dapat terjamin keamanan dan kenyamannya.

Oleh karena itu kondisi struktur yang didesain harus sesuai dengan beban yang diterima. Sehingga bila volume kereta api yang melintas melebihi dari kapasitas jalur tersebut, maka harus dilakukan perkuatan struktur atau penambahan jalur menjadi jalur ganda. Desain dilakukan dengan mengacu pada peraturan yang berlaku seperti PD.10, PM. 10,11,12 tahun 2011, PM 33 tahun 2011, PP.56, PP.72

## **METODOLOGI**

Metodologi yang digunakan pada Tugas Akhir ini diawali dengan tahap persiapan seperti menentukan pemilihan data, melakukan survey, kajian studi pustaka dan pembuatan proposal Tugas Akhir. Lalu dilanjutkan dengan Tahap persiapan dimana pada tahap ini pencarian data primer dan sekunder pada instansi

terkait dilaksanakan. Lalu tahap pengolahan data, pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data dalam arti perhitungan teknis secara lengkap sehingga menghasilkan input bagi proses perencanaan selanjutnya, yaitu desain detail. Tahap akhir yaitu Tahap perencanaan, pada tahap ini dilakukan proses desain dengan mempertimbangkan jalur tunggal yang sudah ada, sebisa mungkin jalur ganda tetap berdampingan. Namun demikian, bila dalam pertimbangan teknis dan nonteknis tidak memungkinkan maka jalur / *track* bisa berpisah pada ruas – ruas tertentu.

## PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

Analisa data dilakukan dengan menganalisa kondisi jalur eksisting terhadap kecepatan operasi saat ini lalu menganalisa terhadap kecepatan operasi rencana. Setelah itu baru direncanakan jalur ganda baru berdasarkan dengan kecepatan operasi yang baru.

## HASIL ANALISA DATA

Kondisi Eksisting					Kondisi Sesuai Standar					Hasil Evaluasi			
No. urut	No. Lengk.	V (Km / Jam)	Panjang Lengkung Peralihan (PLA) M'	Radius (R) Jari-Jari (M')	Vmax (km / Jam)	PLA min terhadap V operasi (M)	PLA min terhadap V rencana (M)	R min terhadap V operasi (M)	R min terhadap V rencana (M)	Terhadap Kecepatan Operasi		Terhadap Kecepatan Rencana	
										PLA	R	PLA	R
1	12	85	75	800	120	64	90	395	780	M	M	TM	M
2	13	85	50	1200	120	43	60	395	780	M	M	TM	M
3	14	85	60	1000	120	51	72	395	780	M	M	TM	M
4	15	85	40	325	120	56	79	395	780	TM	TM	TM	TM
5	16	85	18	3250	120	16	22	395	780	M	M	TM	M
6	17	85	18	3250	120	16	22	395	780	M	M	TM	M
7	18	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
8	19	85	32	1900	120	27	38	395	780	M	M	TM	TM
9	20	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
10	21	85	40	1500	120	34	48	395	780	M	M	TM	M
11	22	85	27	2200	120	23	33	395	780	M	M	TM	M
12	23	85	86	700	120	73	103	395	780	M	M	TM	TM
13	24	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
14	25	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
15	26	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
16	27	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
17	28	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
18	29	85	10	6000	120	9	12	395	780	M	M	TM	M
19	30	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
20	33	85	60	1000	120	51	72	395	780	M	M	TM	M
21	34	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
22	35	85	30	2000	120	26	36	395	780	M	M	TM	M
23	36	80	30	2000	120	24	36	350	780	M	M	TM	M
24	37	80	60	1000	120	48	72	350	780	M	M	TM	M
25	38	80	30	2000	120	24	36	350	780	M	M	TM	M

Keterangan : M : Memenuhi

TM : Tidak Memenuhi

Dari tabel di atas dapat dilihat apabila panjang lengkung peralihan ( PLA ) dievaluasi terhadap kecepatan operasi, maka terdapat 4 % lengkung yang tidak memenuhi persyaratan, sedangkan apabila dievaluasi terhadap kecepatan rencana, maka 100 % lengkung yang ada tidak memenuhi persyaratan. Sehingga, panjang lengkung peralihan ( PLA ) harus diperpanjang.

Kemudian, apabila jari – jari lengkung ( R ) yang ada dievaluasi terhadap kecepatan operasi, maka terdapat 4 % lengkung yang tidak memenuhi persyaratan, sedangkan apabila dievaluasi terhadap kecepatan rencana, maka terdapat 8 % lengkung yang tidak memenuhi persyaratan. Sehingga jari – jari lengkung ( R ) yang tidak memenuhi persyaratan tersebut perlu diperbesar.

Berdasarkan standar jalan rel pada PD.10, tipe rel untuk kelas jalan I adalah R. 54 / R. 60. Maka jika dievaluasi terhadap kondisi rel eksisting dan rencana, ruas jalan ini 98,016 % tidak memenuhi persyaratan karena masih memakai R. 42. Sehingga rel yang tidak memenuhi syarat harus diganti menggunakan tipe R. 54 / R. 60.

## PERENCANAAN

Sepanjang jalur kereta api koridor Semarang Tawang – Ngrombo termasuk dalam kategori daerah datar. Tubuh jalan rel berada pada tanah permukaan asli dan tanah timbunan dan galian. Dari kondisi topografi di sebelah Utara dan Selatan dari jalur rel eksisting kurang lebih sama, namun letak bangunan permanen eksisting yang lebih banyak pada sisi Utara, membuat jalur ganda diletakkan pada bagian Selatan atau Kanan dari jalur lama.

### Alinyemen Horizontal

No PI	$\Delta$		Arah	Rc (m)	V (km/jam)	h (mm)	Ls (m)	Lc (m)	Ts (m)	Es (m)	Sta.TS (BTS)	Sta.PI	Sta.SC (BCC)	Sta.CS (ECC)	Sta.ST (ETS)
	derajat	radian													
1	38,381	0,670	Kiri	780	120	110	132	390,5	337,6	46,8312	00+063	00+275	00+069	00+460	00+592
2	23,71	0,414	Kanan	800	120	107	129	202,5	232,3	18,299	00+595	00+827	00+723	00+926	01+054
3	67,43	1,176	Kanan	1200	120	71,4	85,7	1326	843,3	242,659	01+418	02+261	01+503	02+829	02+915
4	6,300	0,110	Kanan	1000	120	85,7	103	7,154	106,5	1,95367	03+509	03+615	03+611	03+619	03+721
5	4,590	0,080	Kiri	1500	120	57,1	68,5	51,61	94,4	1,33371	03+734	03+828	03+802	03+854	03+922
6	10,08	0,176	Kiri	800	120	107	129	12,24	134,9	3,96814	11+421	11+556	11+550	11+562	11+690

No PI	Δ		Arah	Rc (m)	V (km/jam)	h (mm)	Ls (m)	Lc (m)	Ts (m)	Es (m)	Sta.TS (BTS)	Sta.PI	Sta.SC (BCC)	Sta.CS (ECC)	Sta.ST (ETS)
	derajat	radian													
7	10,1	0,176	Kiri	2000	120	42,8	51,4	301	202,4	7,84115	12+998	13+200	13+049	13+350	13+401
8	30,16	0,526	Kiri	1000	120	85,7	103	423,4	320,9	36,0845	14+146	14+467	14+249	14+672	14+775
9	6,66	0,116	Kanan	2000	120	42,8	51,4	181	142,0	3,43443	15+201	15+343	15+252	15+433	15+485
10	3,189	0,056	Kiri	1500	120	57,1	68,5	14,95	76,0	0,7112	18+097	18+173	18+166	18+180	18+249
11	4,66	0,081	Kiri	2000	120	42,8	51,4	111,2	107,1	1,70838	18+757	18+864	18+808	18+920	18+971
12	17,06	0,298	Kiri	2000	120	42,8	51,4	543,8	325,5	22,4037	22+324	22+650	22+376	22+920	22+971
13	28,96	0,505	Kanan	2000	120	42,8	51,4	959	542,0	65,6029	29+623	30+165	29+674	30+633	30+685
14	36,55	0,638	Kiri	2000	120	42,8	51,4	1224	685,8	106,179	31+939	32+625	31+991	33+214	33+266
15	9,27	0,162	Kanan	2000	120	42,8	51,4	272	187,8	6,6107	33+757	33+945	33+809	34+081	34+132
16	2,96	0,052	Kiri	2000	120	42,8	51,4	51,9	77,4	0,7219	36+618	36+695	36+669	36+721	36+772
17	3,33	0,058	Kiri	2000	120	42,8	51,4	64,81	83,8	0,89907	37+069	37+153	37+121	37+185	37+237
18	12,38	0,216	Kanan	1000	120	85,7	103	113,2	159,9	6,30235	38+275	38+435	38+378	38+491	38+594
19	4,52	0,079	Kiri	2000	120	42,8	51,4	106,3	104,6	1,61047	42+142	42+247	42+194	42+300	42+352
20	4,33	0,076	Kiri	1500	120	57,1	68,5	44,8	91,0	1,2012	42+538	42+629	42+607	42+651	42+720
21	2,17	0,038	Kiri	2000	120	42,8	51,4	24,34	63,6	0,41344	42+758	42+822	42+810	42+834	42+886
22	12,38	0,216	Kiri	1000	121	87,1	105	110,6	161,2	6,32503	45+836	45+997	45+941	46+052	46+157
23	3,798	0,066	Kanan	2000	120	42,8	51,4	81,13	92,0	1,15307	47+679	47+771	47+730	47+812	47+863
24	31,96	0,558	Kiri	1000	120	85,7	103	454,8	337,8	40,6123	53+240	53+578	53+343	53+798	53+901
25	5,24	0,091	Kanan	2000	120	42,8	51,4	131,4	117,2	2,14591	56+125	56+242	56+176	56+308	56+359

### Alinyemen Vertikal

No	Elv.PI	Rv	φ	Xm	Ym	PLV		PV		PTV	
		m				Km	Elv	Km	Elv	Km	Elv
1	1,500	8000	0,003	12,36	0,0095481	00+682	1,500	00+694	1,510	00+706	1,548
2	4,768	8000	0,003	12,36	0,0095481	01+738	4,730	01+750	4,758	01+762	4,768
3	4,768	8000	0,004	14,712	0,01352768	01+985	4,768	02+000	4,754	02+015	4,714
4	2,929	8000	0,004	14,712	0,01352768	02+485	2,983	02+500	2,943	02+515	2,929
5	2,930	8000	0,002	6,88	0,0029584	02+993	2,930	03+000	2,927	03+007	2,918
6	2,500	8000	0,002	6,88	0,0029584	03+243	2,512	03+250	2,503	03+257	2,500
7	2,500	8000	0,003	10	0,00625	04+290	2,500	04+300	2,506	04+310	2,525
8	3,500	8000	0,003	10	0,00625	04+690	3,475	04+700	3,494	04+710	3,500
9	3,500	8000	0,003	13,2	0,01089	05+337	3,500	05+350	3,511	05+363	3,544
10	4,500	8000	0,003	13,2	0,01089	05+637	4,456	05+650	4,489	05+663	4,500
11	4,500	8000	0,005	20	0,025	05+780	4,500	05+800	4,525	05+820	4,600
12	5,000	8000	0,005	20	0,025	05+880	4,900	05+900	4,975	05+920	5,000
13	5,000	8000	0,006	24	0,036	06+126	5,000	06+150	5,036	06+174	5,144
14	6,500	8000	0,006	24	0,036	06+376	6,356	06+400	6,464	06+424	6,500
15	6,500	8000	0,008	33,332	0,069	07+367	6,500	07+400	6,569	07+433	6,778
16	9,000	8000	0,008	33,332	0,069	07+667	8,722	07+700	8,931	07+733	9,000
18	9,000	8000	0,006	25	0,0390625	08+075	9,000	08+100	9,039	08+125	9,156
19	11,500	8000	0,006	25	0,0390625	08+475	11,344	08+500	11,461	08+525	11,500
21	11,500	8000	0,005	20	0,025	08+930	11,500	08+950	11,525	08+970	11,600
22	15,500	8000	0,005	20	0,025	09+730	15,400	09+750	15,475	09+770	15,500
23	15,500	8000	0,005	20	0,025	10+080	15,500	10,100	15,475	10+120	15,400
24	12,500	8000	0,005	20	0,025	10+680	12,600	10+700	12,525	10+720	12,500
25	12,500	8000	0,002	8	0,004	10+992	12,500	11+000	12,504	11+008	12,516

No	Elv.PI	Rv	$\varphi$	Xm	Ym	PLV		PV		PTV	
		m				Km	Elv	Km	Elv	Km	Elv
26	13,000	8000	0,002	8	0,004	11+242	12,984	11+250	12,996	11+258	13,000
27	13,000	8000	0,004	14,28	0,0127449	12+186	13,000	12+200	13,013	12+214	13,051
28	15,500	8000	0,004	14,28	0,0127449	12+886	15,449	12+900	15,487	12+914	15,500
29	15,500	8000	0,006	22,2	0,0308025	12+978	15,500	13+000	15,531	13+022	15,623
30	17,500	8000	0,006	22,2	0,0308025	13+428	17,377	13+450	17,469	13+472	17,500
31	17,500	8000	0,003	12,308	0,00946793	14+238	17,500	14+250	17,509	14+262	17,538
32	19,500	8000	0,003	12,308	0,00946793	14+888	19,462	14+900	19,491	14+912	19,500
33	19,500	8000	0,007	26,68	0,0444889	15+723	19,500	15+750	19,456	15+777	19,322
34	16,500	8000	0,007	26,68	0,0444889	16+173	16,678	16+200	16,544	16+227	16,500
35	16,500	8000	0,004	15,384	0,01479172	16+885	16,500	16+900	16,485	16+915	16,441
36	14,000	8000	0,004	15,384	0,01479172	17+535	14,059	17+550	14,015	17+565	14,000
37	14,000	8000	0,004	14,116	0,01245384	19+436	14,000	19+450	14,012	19+464	14,050
38	17,000	8000	0,004	14,116	0,01245384	20+286	16,950	20+300	16,988	20+314	17,000
39	17,000	8000	0,003	13,32	0,0110889	20+737	17,000	20+750	16,989	20+763	16,956
40	15,500	8000	0,003	13,32	0,0110889	21+187	15,544	21+200	15,511	21+213	15,500
39	15,500	8000	0,003	13,32	0,0110889	22+687	15,500	22+700	15,489	22+713	15,456
40	14,000	8000	0,003	13,32	0,0110889	23+037	14,044	23+050	14,011	23+063	14,000
41	14,000	8000	0,001	4,61538462	0,00133136	23+795	14,000	23+800	14,001	23+805	14,007
42	15,500	8000	0,001	4,61538462	0,00133136	25+095	15,495	25+100	15,499	25+105	15,500
43	15,500	8000	0,001	4,92307692	0,00151479	25+995	15,500	26+000	15,498	26+005	15,494
44	16,300	8000	0,001	4,92307692	0,00151479	26+645	16,306	26+650	16,302	26+655	16,300
45	16,300	8000	-0,008	-30,666667	0,05877778	27+031	16,300	27+000	16,241	26+969	16,065
46	14,000	8000	-0,008	-30,666667	0,05877778	27+331	14,235	27+300	14,059	27+269	14,000
47	14,000	8000	-0,001	-4	0,001	28+004	14,000	28+000	14,001	27+996	14,004
48	12,000	8000	-0,001	-4	0,001	30+004	11,996	30+000	11,999	29+996	12,000
49	12,000	8000	0,002	8	0,004	31+492	12,000	31+500	12,004	31+508	12,016
50	16,000	8000	0,002	8	0,004	33+492	15,984	33+500	15,996	33+508	16,000
51	16,000	8000	0,002	9,14285714	0,00522449	34+991	16,000	35+000	16,005	35+009	16,021
52	20,000	8000	0,002	9,14285714	0,00522449	36+741	19,979	36+750	19,995	36+759	20,000
53	20,000	8000	0,001	4,57142857	0,00130612	38+495	20,000	38+500	20,001	38+505	20,005
54	24,000	8000	0,001	4,57142857	0,00130612	41+995	23,995	42+000	23,999	42+005	24,000
55	24,000	8000	0,002	8,69565217	0,005	44+991	24,000	45+000	24,005	45+009	24,019
56	26,500	8000	0,002	8,69565217	0,005	46+141	26,481	46+150	26,495	46+159	26,500
57	28,000	8000	0,001	4,38356164	0,00120098	46+346	28,000	46+350	28,001	46+354	28,005
58	32,000	8000	0,001	4,38356164	0,00120098	49+996	31,995	50+000	31,999	50+004	32,000
59	32,000	8000	0,004	14,8148148	0,01371742	52+985	32,000	53+000	32,014	53+015	32,055
60	37,000	8000	0,004	14,8148148	0,01371742	54+335	36,945	54+350	36,986	54+365	37,000

### Konstruksi Jalan Rel

Untuk perencanaan jalur ganda ( *double track* ) Semarang Tawang – Ngrombo ini diklasifikasikan termasuk jalan rel kelas I, dengan kecepatan maksimum (  $V_{max}$  ) 120 Km / jam. Tipe rel untuk jalan rel kelas I adalah R.54 dan R.60. Dari perhitungan diketahui bahwa R.54 sudah memenuhi syarat untuk jalan rel Kelas I. Jadi berdasarkan perhitungan R.54 dengan panjang tiap batangnya 250 m. Batang -batang rel tersebut dirangkai jadi satu kesatuan dengan cara di las, kemudian batang – batang yang satu dengan yang lainnya disambung dengan memakai plat penyambung dengan baut.

### Sambungan Rel

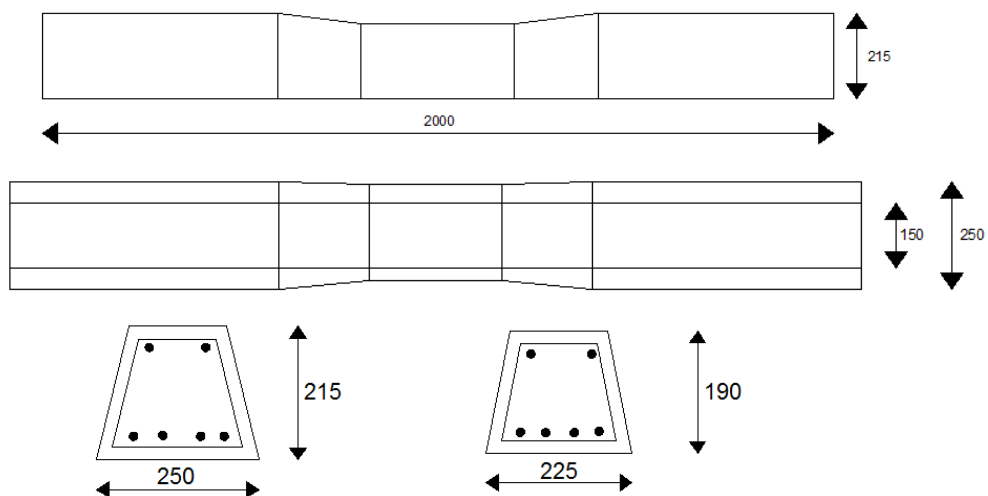
Sambungan rel adalah konstruksi yang mengikat dua ujung rel sedemikian rupa sehingga operasi kereta api tetap aman dan nyaman. Sambungan rel untuk R.54 menurut PD.10 menggunakan 4 baut dan di las.

### Penambat Rel

Penambat rel adalah suatu komponen yang menambatkan rel pada bantalan sedemikian rupa sehingga kedudukan rel adalah tetap, kokoh, dan tidak geser. Dalam perencanaan ini digunakan penambat elastik ganda jenis pandrol yang mempunyai gaya jepit sebesar 24,5 KN (2496 Kg) sepasang. Jadi  $F' \leq F$  penambat (masih aman).

### Bantalan

Bantalan adalah bagian dari jalur rel yang berfungsi untuk meneruskan beban dari rel ke balas, menahan lebar sepur dan stabilitas ke arah luar jalan rel.



### Balas Atas

Lapisan Balas terdiri dari batu pecah yang keras dan bersudut tajam (*angular*). Lapisan ini harus dapat meneruskan air dengan baik.

Tebal lapisan balas atas

$$d1 = 30 \text{ cm (PD.10 untuk kelas jalan I)}$$



## **Balas Bawah**

Lapisan Balas bawah terdiri dari kerikil halus, kerikil sedang atau pasir kasar. Lapisan ini berfungsi sebagai penyaring (*filter*) antara tanah dasar dan lapisan balas atas serta harus dapat mengalirkan air dengan baik.

Tebal lapisan balas bawah

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1$$

dengan :

$d_1$  = tebal lapisan balas atas (30 cm)

$d_2$  = Tebal lapisan balas bawah (15 – 50 cm)

$d$  = tebal lapisan balas

Dari hasil perhitungan didapat tebal lapisan balas bawah adalah 30 cm

## **KESIMPULAN**

Dari hasil perhitungan di atas, dapat dilihat bahwa hampir 100 % kondisi struktur jalur eksisting mengalami perubahan, baik dari segi alinyemen maupun struktural. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan Kapasitas lintas rencana dan perubahan kecepatan rencana dari 80 km/jam menjadi 120 km/jam.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Perusahaan Jawatan Kereta Api. 1986. *Perencanaan Konstruksi Jalan Rel ( Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986 )*. Bandung : Perusahaan Jawatan Kereta Api.

Menteri Perhubungan. 2000. *Jalur Kereta Api ( Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 52 Tahun 2000 )*. Jakarta : Kementrian Perhubungan.

\_\_\_\_\_. 2000. *Perpotongan dan / atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain ( Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 53 Tahun 2000 )*. Jakarta : Kementrian Perhubungan.

Narayudha, Moga dan Bambang Pudjianto, dkk. 2005. *Diktat Kuliah Perencanaan Jalan Rel*. Semarang : Jurusan Teknik Sipil Undip.

Departemen Perhubungan. 2009. *Penyelenggaraan Perkeretaapian ( Peraturan Pemerintah No. 56 Tahun 2009 )*. Jakarta : Departemen Perhubungan.

- \_\_\_\_\_. 2009. *Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api ( Peraturan Pemerintah No. 72 Tahun 2009 )*. Jakarta : Departemen Perhubungan.
- \_\_\_\_\_. 2011. *Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian ( Peraturan Menteri Perhubungan No. 11 Tahun 2011 )*. Jakarta : Kementrian Perhubungan.
- \_\_\_\_\_. 2011. *Persyaratan Teknis Peralatan Telekomunikasi Perkeretaapian ( Peraturan Menteri Perhubungan No. 11 Tahun 2011 )*. Jakarta : Kementrian Perhubungan.
- \_\_\_\_\_. 2011. *Persyaratan Teknis Instalasi Listrik Perkeretaapian ( Peraturan Menteri Perhubungan No. 12 Tahun 2011 )*. Jakarta : Kementrian Perhubungan.
- \_\_\_\_\_. 2011. *Jenis, Kelas dan Kegiatan di Stasiun Kereta Api ( Peraturan Menteri Perhubungan No. 33 Tahun 2011 )*. Jakarta : Kementrian Perhubungan.
- PT. Kereta Api Indonesia ( Persero ). 2011. *Penomoran KA, Kapasitas Lintas, dan Jarak Antar Stasiun*. Bandung : Kantor Pusat PT. Kereta Api Indonesia ( Persero ).
- Pusat Komunikasi Publik. 2012. “Rampungkan *Double Track* Lintas Utara, Jakarta – Surabaya 8,5 Jam”. [www.dephub.go.id/read/berita/direktorat-jenderal-perkeretaapian/12655](http://www.dephub.go.id/read/berita/direktorat-jenderal-perkeretaapian/12655). 08/05/2012. 1.
- Lukman. 2009. “Oleh2 Diklat Episode VII : Kereta Api vs Angkutan Jalan Raya”. <http://semboyan35.com/showthread.php?tid=2355>. 30/08/2009. 1.
- Sukarno, Puput Ady. 2012. “Rel Ganda KA : *Double Track* Jakarta – Surabaya Capai 50 %”. <http://www.bisnis.com/articles/rel-ganda-ka-double-track-jakarta-surabaya-capai-50-percent>. 18/01/2012. 1.