

Analisis Dampak Undershoot Dan Overshoot Pada Stasiun Bundaran HI

Rianto rili, Aulia Diah Zamroni, Nyimas Arnita Aprilia
Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD
Email: rianto.rili@ptdisttd.ac.id

Abstrak

MRT Jakarta menghadirkan sistem transportasi yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat Jakarta akan moda transportasi yang cepat aman, nyaman dan mengutamakan keselamatan. Salah satu permasalahan yang timbul pada MRT adalah masalah sistem persinyalan yang sering kali membuat MRT tidak berhenti sesuai ditempat perhentian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Dampak Undershoot Dan Overshoot Pada Stasiun Bundaran HI. Penelitian disusun dengan memperhatikan data yang diperlukan berkaitan dengan objek yang akan diteliti. Langkah dalam rencana penelitian ini dengan melakukan pengumpulan data yang bersifat kuantitatif ataupun kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan Faktor yang menyebabkan undershoot dan overshoot antara lain: Letak Stasiun Bundaran HI berada pada end of track, dan jarak antara titik berhenti dengan ujung track hanya 40m; deselerasi pada rolling stock yaitu 7,2 km/jam; Pancaran power wave lebih meluas daripada zona respon yang seharusnya. Dalam menyelesaikan masalah undershoot dan overshoot dapat dilakukan dengan merubah control breaking pattern dan power pattern. Undershoot dan overshoot tidak mengganggu waktu operasi perjalanan kereta api karena dapat diatasi dengan sistem persinyalan CBTC, pada rolling stock terdapat mode operasi ATO Recovery yang dapat memperbaiki waktu operasi dengan meningkatkan akselerasi rolling stock, dan mengurangi dwell time.

Kata Kunci: MRT, Undershoot, Overshoot. Stasiun.

Abstract

MRT Jakarta presents a transportation system that can meet the needs of the people of Jakarta for a mode of transportation that is fast, safe, comfortable and prioritizes safety. One of the problems that arise in the MRT is the problem of the signaling system which often makes the MRT do not stop at the appropriate stop. This study aims to analyze the impact of undershoot and overshoot at the HI roundabout station. The research is structured by taking into account the necessary data relating to the object to be studied. The step in this research plan is to collect quantitative or qualitative data. The results showed that the factors that cause undershoot and overshoot include: The location of the HI Roundabout Station is at the end of the track, and the distance between the stop point and the end of the track is only 40m; deceleration on rolling stock is 7.2 km/hour; The power wave emission is wider than the response zone should be. In solving the problem of undershoot

and overshoot, it can be done by changing the control breaking pattern and power pattern. Undershoot and overshoot do not interfere with the operating time of the train journey because they can be overcome with the CBTC signaling system, on the rolling stock there is an ATO Recovery operating mode which can improve operating time by increasing rolling stock acceleration, and reducing dwell time.

Keywords: MRT, Undershoot, Overshoot. Station.

A. PENDAHULUAN

Perkeretaapian merupakan salah satu kesatuan sistem transportasi yang terdiri dari prasarana, sarana, sumber daya manusia (SDM) dan aturan yang digunakan untuk penyelenggaraan operasional kereta api. Adanya moda transportasi kereta api, maka tujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/ atau barang secara masal akan lebih mudah, aman, nyaman, cepat dan tepat waktu. Berkembangnya zaman juga berdampak pada perkeretaapian Indonesia, dimana mulai muncul operator kereta api yang menyediakan fasilitas lintas dalam kota dengan pelayanan yang optimal. Kini kereta api menjadi salah satu transportasi yang diminati masyarakat, khususnya warga Ibukota dengan mobilitas yang tinggi.

PT Mass Rapid Transit (MRT) Jakarta adalah salah satu operator kereta api listrik yang beroperasi di Jakarta. Yang mana Jakarta merupakan kota yang memiliki tingkat kepadatan penduduk tinggi. Dimana kepadatan populasi lalu lintas pada siang hari mencapai 11,5 juta dan 10,1 juta pada malam hari. Dengan rata-rata pertumbuhan kendaraan 8,75% dan 0,01% pertumbuhan jalan, tidak seimbang nya pertumbuhan ini menyebabkan tingkat kemacetan yang akan sulit teratasi. PT MRT Jakarta menghadirkan sistem transportasi yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan moda transportasi. Dengan fasilitas sarana dan prasarana yang mumpuni, PT MRT Jakarta memiliki satu Depo kereta api, 13 stasiun yang tiap stasiunnya memiliki daya tampung hingga 50.000 orang, dan 16 train set yang mana satu train set terdiri 6 kereta, yang dapat menampung 1.800 penumpang sekali angkut.

Untuk mendukung keselamatan tersebut maka dalam perkeretaapian ada istilah fasilitas operasi, dimana fasilitas operasi tersebut adalah segala fasilitas yang diperlukan agar kereta api dapat dioperasikan, dimana untuk jenis dari fasilitas operasi tersebut diantaranya adalah sistem interlocking yang memiliki fungsi untuk membantu kelancaran perjalanan kereta api dalam stasiun maupun di luar stasiun dengan menggunakan sistem persinyalan CBTC.

Platform Screen Door (PSD) merupakan sistem keamanan yang berada peron stasiun, berupa pintu pembatas antara lantai peron dengan lantai kereta api. Jumlah PSD menyesuaikan dengan Jumlah RSD pada kereta api. Rollingstock Screen Door (RSD) adalah pintu kereta, dimana berjumlah empat dalam satu kereta, dan telah disesuaikan dengan pintu PSD. Sistem yang terkait adalah ketika RSD dan PSD belum berada posisi aman atau kereta belum tepat berhenti sempurna atau posisi RSD dan PSD belum dalam keadaan yang sama atau presisi, maka pintu tidak akan saling membuka. Disini merupakan penjagaan sistem yang terkait satu sama lain, jadi akan berdampak lebih aman untuk penumpang, karena dapat mengantisipasi penumpang terjepit dan jatuh.

Platform Screen Door (PSD) merupakan sistem keamanan yang berada peron stasiun, berupa pintu pembatas antara lantai peron dengan lantai kereta api. Jumlah PSD menyesuaikan dengan Jumlah RSD pada kereta api. Rollingstock Screen Door (RSD) adalah pintu kereta, dimana berjumlah empat dalam satu kereta, dan telah disesuaikan dengan pintu PSD. Sistem yang terkait

adalah ketika RSD dan PSD belum berada posisi aman atau kereta belum tepat berhenti sempurna atau posisi RSD dan PSD belum dalam keadaan yang sama atau presisi, maka pintu tidak akan saling membuka. Disini merupakan penjagaan sistem yang terkait satu sama lain, jadi akan berdampak lebih aman untuk penumpang, karena dapat mengantisipasi penumpang terjepit dan jatuh.

Ada dua hal penyebab terjadinya masalah tersebut, yang pertama karena kereta mengalami kendala undershoot yaitu posisi kereta berhenti sebelum titik stopping point, kedua karena kereta mengalami overshoot yaitu posisi kereta berhenti melebihi titik stopping point. Over shoot merupakan peristiwa apabila kereta tidak berhenti pada posisi tepat pada stopping point atau melebihi titik berhenti kereta di stasiun. Kereta dikatakan over shoot saat posisi kereta berada pada jarak 0,75m – 3m lebih dari stopping point. Maka indikasi pada DMI akan menunjukkan gambar di bawah. Under shoot merupakan peristiwa apabila kereta tidak tepat berhenti pada posisi tepat pada stopping point atau kurang dari titik berhenti kereta di stasiun. Kereta dikatakan under shoot saat posisi kereta berada pada jarak 0,75m – 3m di belakang dari stopping point.

Berdasarkan permasalahan yang ada, sehingga diambil judul Analisis Dampak Under Shoot Dan Over Shoot Pada Stasiun Bundaran HI.

B. METODE

Penelitian disusun dengan memperhatikan data yang diperlukan berkaitan dengan objek yang akan diteliti. Data tersebut berupa data primer dan data sekunder yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan maupun data dari instansi terkait. Data tersebut diproses dari memasukan data sampai didapat hasil yang sesuai dengan analisis yang dilakukan. Langkah dalam rencana penelitian ini dengan melakukan pengumpulan data yang bersifat kuantitatif ataupun kualitatif. Data tersebut terdiri dari data sekunder dan data primer yang digunakan sebagai pedoman analisis dampak under shoot dan over shoot pada Stasiun Bundaran HI. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan meminta dokumen tentang operation and maintenance sigtel guna menunjang kebutuhan penjelasan data yang dianalisis dan mengetahui arti istilah. Data primer didapatkan dengan melakukan pemantauan dari CCTV pada ruang monitoring department sigtel.

Analisis hasil pengamatan dimaksud untuk mengetahui permasalahan kondisi yang terjadi saat ini, yang termasuk kedalam pengamatan yaitu analisis faktor penyebab yang mempengaruhi overshoot dan undershoot pada Stasiun Bundaran HI. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui mengapa pada Stasiun Bundaran HI yang mengalami kejadian undershoot dan overshoot. Analisis dampak undershoot dan overshoot terhadap penumpang untuk mengetahui dampak yang terjadi terhadap penumpang yang berada di dalam kereta saat undershoot dan overshoot. Dan dampak undershoot dan overshoot terhadap waktu operasi. Mengetahui apakah dampak dari undershoot dan overshoot berpengaruh terhadap waktu operasi. Analisis upaya meminimalisir dampak undershoot dan overshoot. Analisis yang digunakan guna mengurangi dampak terjadinya undershoot dan overshoot.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

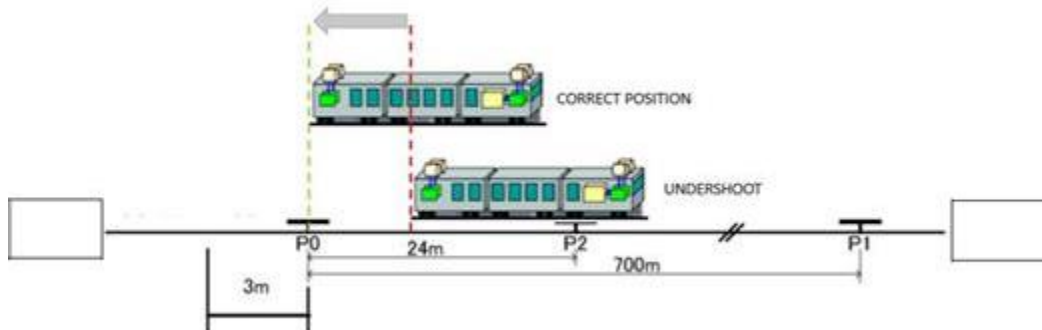
1. Analisis Undershoot dan Overshoot

Persinyalan adalah perangkat fasilitas yang berfungsi untuk memberikan isyarat berupa bentuk, warna atau cahaya yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu, memberi isyarat dengan arti tertentu untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian kereta api. PT MRT Jakarta merupakan operator kereta baru, yang memiliki lintas Lebak Bulus – Bundaran HI. Persinyalan yang digunakan pada lintas operasi PT MRT Jakarta adalah persinyalan Communication Based

Train Control (CBTC). CBTC adalah sistem persinyalan yang menggunakan Radio Frequency sebagai komunikasi data antara berbagai sub sistem yang terintegrasi sesuai dengan standard IEEE 1474.

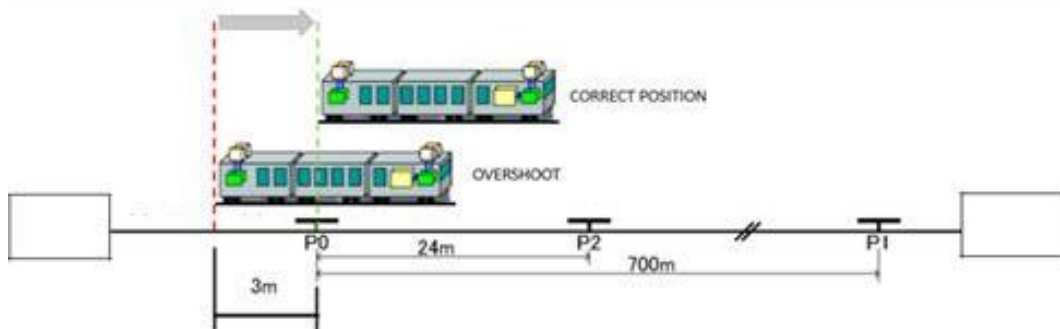
Dalam pengoperasian persinyalan CBTC terdapat permasalahan atau gangguan. Salah satu Gangguan pada persinyalan CBTC pada PT MRT Jakarta adalah undershoot dan overshoot. Permasalahan Undershoot dan overshoot yang terjadi pada pt MRT sebagai berikut:

1. *Undershoot* adalah kegagalan sistem CBTC pada mode operasi ATO ketika kereta api berhenti sebelum P0.



Gambar 1 Posisi undershoot

2. *Overshoot* adalah kegagalan sistem CBTC pada mode operasi ATO ketika kereta api berhenti sebelum P0.

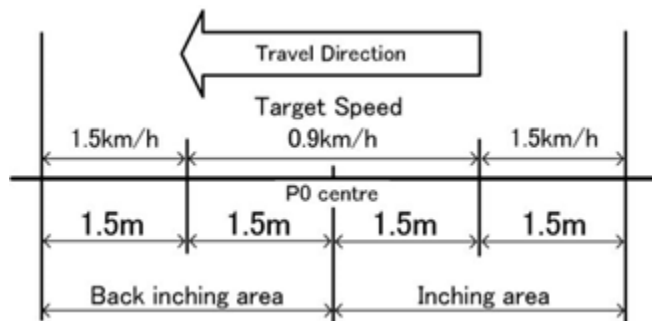


Gambar 2 Posisi overshoot

Overshoot dan undershoot merupakan kegagalan sistem yang terjadi pada kereta api yang akan berhenti di stopping point stasiun, yang berdampak pada tidak tepatnya posisi kereta berhenti. Dari Gambar V. 1 dan Gambar V. 3, dapat dilihat bahwasanya posisi kereta belum tepat dari posisi berhenti. Posisi ini mengakibatkan beberapa dampak, diantaranya terhadap penumpang, waktu operasi, dan peralatan persinyalan. Ketika terjadi undershoot ataupun overshoot, maka VOBC mengoperasikan kereta untuk melakukan inching sebanyak tiga kali secara otomatis. Ini digunakan untuk memperbaiki posisi kereta api agar posisinya tepat pada stopping point.

Apabila terjadi undershoot dan overshoot maka secara otomatis sistem akan melakukan VOBC untuk melakukan Inching. Inching Adalah perubahan posisi otomatis yang dilakukan sistem dengan mode operasi ATO, dengan maksimal percobaan tiga kali. Maka VOBC akan melakukan pengereman pada 300ms setelah komunikasi dengan balise P0.

Inching hanya dapat dilakukan dengan rentan jarak 35cm – 300cm. dapat dilihat pada gambar tabel di bawah. Apabila kereta mengalami undershoot ataupun overshoot pada jarak lebih dari 300cm maka akan dilakukan perubahan posisi secara manual oleh masinis. Perubahan mode operasi ATO dialihkan menjadi ATP dengan seizin dari OCC.



Gambar 3 Target kecepatan kontrol inching

Tabel 1 Target kecepatan saat posisi kereta akan berhenti

Situation (Stopping position from P0 centre)	Target Speed
Undershoot (1.5m – 3.0m)	1.5km/h
Undershoot (0m – 1.5m)	0.9km/h
Overshoot (0m – 1.5m)	0.9km/h
Overshoot (1.5m – 3.0m)	1.5km/h

Pada tabel di atas dijelaskan bahwasanya ketika terjadi undershoot ataupun overshoot pada jarak 0m-1,5m maka kereta memperbaiki posisi menggunakan kecepatan 0,9km/jam. Apabila terjadi pada jarak 1,5m-3m maka kereta akan menggunakan kecepatan 1,5km/jam. Kecepatan ini sudah ditentukan oleh sistem, jadi akan secara otomatis kecepatan perubahan posisi ini dibentuk berdasar jarak undershoot ataupun overshoot.

2. Analisis Faktor Penyebab yang Mempengaruhi Overshoot dan Undershoot pada Stasiun Bundaran HI

Ada beberapa Faktor Penyebab yang Mempengaruhi Overshoot dan Undershoot pada Stasiun Bundaran HI yaitu:

- a. Letak Stasiun Bundaran HI berada paling ujung, dimana terdapat wessel crossing dan buffer stop.

Dimana waktu proses deselerasi akan menjadi lebih pendek, hal ini sangat berpengaruh karena ketika kereta api berjalan dengan kecepatan normal sesuai pengaturan dari sistem, maka seharusnya otomatis kereta juga harus berhenti tepat pada titik stopping point. Tetapi pada Stasiun Bundaran HI kereta api tidak selalu tepat berhenti di stopping point. Karena kondisi Stasiun Bundaran HI berada diujung dapat mengurangi jarak saat kereta mengalami coasting, disisi lain Stasiun Bundaran HI adalah stasiun yang menjadi akhir pemberhentian lintasan.

- b. Faktor penyebab undershoot dan overshoot pada Rolling Stock.

Rolling stock adalah salah satu yang mempengaruhi kejadian undershoot dan overshoot. Rolling stock atau sarana pada PT MRT Jakarta memiliki sistem Train Automatic Stopping Controller (TASC) yang difungsikan untuk memastikan kereta berhenti tepat pada P0 atau dengan

keakuratan $\pm 35\text{cm}$. Cara kerja TASC yaitu SC akan mengkonfirmasi terhadap CBI untuk memastikan bahwa kondisi wayside aman, kemudian SC akan memberikan command untuk VOBC supaya memastikan keadaan rolling stock sudah siap jalan, dan ketika rolling stock akan melakukan perhentian di stasiun tujuan, maka VOBC akan memberikan trigger kepada TASC untuk mempersiapkan proses berhenti. Pada kejadian undershoot terdapat perbedaan karakteristik antar control breaking pattern. Kereta yang undershooting mengalami proses dari coasting ke pengereman pneumatic sebesar $7,2\text{km/jam}$.

- c. Peralatan persinyalan balise merupakan faktor yang menjadi pengaruh terhadap kejadian undershoot dan overshoot.

Pengaruh ini disebabkan oleh pancaran dari power wave dari balise P0 melebihi zona respon dari yang diatur yaitu 120cm . Sehingga antenna balise menerima power wave dari balise lebih dulu dari zona respon yang seharusnya, dan ketika antenna balise menerima power wave, maka otomatis informasi akan secara langsung diberikan ke VOBC dilanjutkan untuk memberikan perintah kereta berhenti.

Tabel 2 Spesifikasi Aktif Balise

Spesifikasi Aktif Balise	
Item	Performance
Kecepatan yang diizinkan	Maksimal 160 km/jam
Waktu untuk mengirim pesan VOBC dan balise	4 kali
Frekuensi : balise – on board	$1708 \pm 32\text{kHz}$
Output power: balise – on board	120mW
Zona respon	1200mm

3. Analisis Dampak Overshoot dan Undershoot

- a. Dampak undershoot dan overshoot pada penumpang

Prinsip persinyalan pada PT MRT Jakarta menerapkan sistem fail safe, dimana keselamatan penumpang merupakan prioritas. Ketika kereta api mengalami kegagalan sistem maka penumpang akan tetap aman berada di dalam kereta. Dan apabila undershoot ataupun overshoot yang kemudian telah dilakukan inching tapi belum bisa berhenti tepat sempurna, maka penumpang juga dapat keluar dari dalam kereta, apabila spacenya mencukupi.

- b. Dampak overshoot dan undershoot terhadap waktu operasi

Pada waktu operasi kereta api, dapat dilihat dari tabel di bawah ini. Dengan mengambil sampel tiga kereta yang terjadi undershoot pada Stasiun Bundaran HI dalam waktu satu hari. Dengan waktu satu kali operasi berasal dari Stasiun Lebak Bulus menuju Stasiun Bundaran HI dan kembali lagi ke Stasiun Lebak Bulus. Guna mengetahui bagaimana dampak yang diakibatkan maka dilakukan survei terhadap waktu operasi dan GAPEKA. Survei ini bertujuan untuk mengetahui apakah waktu operasi akan terganggu dengan adanya kejadian undershoot ataupun overshoot.

Berdasarkan analisis dari waktu operasi, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan inching atau merubah posisi menjadi tepat, tidak mempengaruhi waktu operasi. Karena keterlambatan menyebabkan kereta memberikan perubahan posisi dengan rentan waktu $15 - 30\text{detik}$. Selain itu ada mode operasi ATO Recovery dimana dengan waktu operasi yang telah ditentukan kereta harus

dapat mengejar waktu keterlambatan, dengan menambah kecepatan, meningkatkan waktu aselerasi, dan mengurangi dwell time atau waktu tunggu stasiun.

4. Pemecahan Masalah

a. Pemecahan Masalah terhadap Rolling Stock

Pada analisis terhadap rolling stock yang sudah ditemukan, train set mengalami undershoot pada deselerasi 7,2 km/jam. Pada deselerasi 8,2 km/jam kereta dapat berhenti tepat pada stopping point yaitu pada titik 1054 m. Dengan deselerasi 0,96 m/s², maka didapatkan hasil hanya dapat menempuh 6 m dari jarak stopping point, dimana kereta api belum tepat berhenti. Maka untuk mendapatkan deselerasi yang tepat pada stopping point dapat dilakukan pada range deselerasi sebagai berikut:

Tabel 3 Tabel range jarak dengan deselerasi pada kilometer stasiun

Deselerasi (km/jam)	Jarak dari PO (m)	Kilometer (m)
7,2	6,23	1046
7,3	5,32	1047
7,4	4,41	1048
7,5	3,5	1049
7,6	2,59	1050
7,7	1,68	1051
7,8	0,77	1052
7,9	-0,14	1053
8	-1,05	1054
8,1	-1,96	1055
8,2	-2,87	1056
8,3	-3,78	1057

Dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwasanya deselerasi undershoot mulai terjadi pada 7,2 km/jam sampai 7,6 km/jam. Dimana pada deselerasi 7,7 km/jam sampai 8,3 km/jam merupakan toleransi undershoot yang dapat digunakan untuk train set melakukan perubahan posisi atau inching. Toleransi pada train set yaitu terdapat pada 0 meter sampai 3 meter sebelum stopping point dan 0 meter sampai 3 meter setelah stopping point. Karena pada mode ATO hanya dapat memberikan toleransi 0,75 m sampai 3 meter untuk melakukan inching.

Jadi untuk mengatasi kegagalan sistem persinyalan, terutama masalah undershoot dan oversoot dapat dilakukan update software pada perubahan control breaking pattern pada logic card ACEH dan ASIOP, kalibrasi pada sistem TASC terhadap command at stopping point supaya lebih akurasi, serta perubahan control power pattern pada PRC. Logic card merupakan tempat untuk menyimpan card system control yang digunakan untuk menyimpan semua perintah yang diberikan oleh SC kepada wayside dan onboard. Logic card terdiri dari empat module system.

b. Pemecahan masalah terhadap peralatan persinyalan balise

Pada peralatan persinyalan yang mempengaruhi train set mengalami kegagalan sistem yaitu terdapat pada aktif balise atau balise P0. Aktif balise ini berfungsi sebagai alat untuk memberikan perintah berhenti pada kereta, karena kereta akan sampai pada stopping point atau

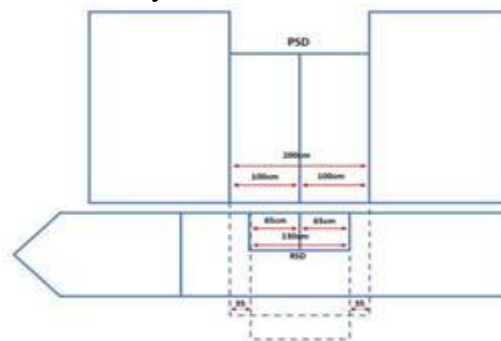
titik berhenti kereta pada peron di stasiun. Permasalahannya yaitu balise P0 ini memberikan power wave yang meluas dari zona respon, sehingga train set yang belum masuk pada zona respon membaca power wave yang diberikan oleh balise P0 ini, maka sistem antenna balise yang ada pada TC sudah membaca bahwasannya train set sudah diperintahkan untuk berhenti, maka antenna balise memberikan informasi kepada VOBC untuk memerintahkan supaya train set berhenti. Sedangkan masalahnya yaitu train set yang membaca power wave dari balise P0 belum sampai pada stopping point / titik berhenti.

Antenna balise merupakan alat untuk menangkap dan memberikan trigger pada passive balise. Antenna balise dipasang pada tiap trailer car pada train set. Luas permukaan antenna balise yaitu 1558 cm.

Tabel 4 Tabel range luas permukaan balise terhadap zona respon

Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas permukaan (cm)	Zona respon (cm)
110	20	2200	120,0
100	20	2000	109,1
90	20	1800	98,2
80	20	1600	87,3
70	20	1400	76,4
60	20	1200	65,5
50	20	1000	54,5

Pada tabel di atas dapat dijelaskan bahwasannya pada balise dengan panjang 70 cm, lebar 20 cm, memiliki luas permukaan yang paling dekat dengan luas permukaan antenna balise yaitu panjang 41 cm dan lebar 38 cm. Pada balise yang memiliki panjang 70 cm juga mendukung dari toleransi yang diberikan oleh PSD ke RSD yaitu 70 cm.



Gambar 4 Gambar toleransi gap normal PSD dan RSD

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwasannya ada toleransi jarak 70 cm dari PSD pada RSD, ini sengaja dirancang apabila nantinya train set mengalami posisi yang tidak tepat namun RSD ataupun PSD sudah terbuka maka penumpang dapat tetap keluar.

D. KESIMPULAN

Faktor yang menyebabkan undershoot dan overshoot antara lain: Letak Stasiun Bundaran HI berada pada end of track, dan jarak antara titik berhenti dengan ujung track hanya 40m; deselerasi pada rolling stock yaitu 7,2 km/jam; Pancaran power wave lebih meluas daripada zona respon yang seharusnya. Sementara itu dampak dampak yang ditimbulkan dari undershoot dan overshoot antara lain: terhadap penumpang kejadian undershoot dan overshoot berdampak pada waktu tunggu penumpang di dalam kereta api. Penumpang harus menunggu kereta api berhenti tepat pada stopping point agar RSD dan PSD couple sehingga dapat terbuka dengan presisi; terhadap waktu operasi diketahui undershoot dan overshoot menggunakan waktu 15 sampai 30 detik. Undershoot dan overshoot tidak mengganggu waktu operasi perjalanan kereta api karena dapat diatasi dengan sistem persinyalan CBTC, pada rolling stock terdapat mode operasi ATO Recovery yang dapat memperbaiki waktu operasi dengan meningkatkan akselerasi rolling stock, dan mengurangi dwell time. Upaya yang dilakukan untuk meminimalisir undershoot dan overshoot dengan merubah control breaking pattern dan power pattern.

DAFTAR PUSTAKA

- Kutsunoya, A. (2019). OM Manual For SIG Onboard CBTC. Jakarta: JMCMC.
Kutsunoya, A. (2019). OM Manual For SIG Wayside CBTC. Jakarta: MOC-JMCMC.
Rahmat, A. (2019). Analysis Report On BUndaran HI Issue. Jakarta: JMCMC.