

BAB IX

REKAYASA LALU LINTAS LANJUT

9.1 Tinjauan Pustaka

Rekayasa lalu lintas pada dasarnya merupakan rangkaian kegiatan perencanaan, pengaturan, dan pengendalian arus kendaraan serta pejalan kaki untuk memanfaatkan kapasitas jalan seefisien mungkin, dengan tujuan akhir meningkatkan ketertiban, kelancaran, dan keselamatan pengguna jalan. Dalam konteks proyek pemasangan saluran Top-Bottom 200/200 Gandar 20 Ton di Jl. Raya Pakal, rekayasa lalu lintas tidak hanya berfokus pada kelancaran arus, tetapi juga pada bagaimana aktivitas konstruksi yang padat, seperti pergerakan *excavator*, *dump truck*, dan *mixer truck*, tidak menimbulkan konflik berbahaya dengan lalu lintas umum sehari-hari.

Pada lokasi proyek diversi Taman Cahaya, sebagian badan jalan harus digunakan sebagai area kerja maupun area parkir dan *manuver* alat berat, sehingga kapasitas efektif jalan berkurang secara signifikan. Untuk mengatasi hal ini, diterapkan pengaturan lalu lintas berupa *contraflow* dan pelebaran sementara area kerja ke satu sisi jalan, yang disertai pengaturan kecepatan, pemasangan rambu, dan kehadiran petugas pengatur lalu lintas. Pendekatan ini dirancang agar pekerjaan konstruksi tetap dapat berjalan sesuai jadwal tanpa mengorbankan aspek keselamatan pengendara maupun pekerja di lapangan.

Selain itu, tinjauan rekayasa lalu lintas pada proyek ini juga menyentuh aspek manajemen risiko kecelakaan yang muncul akibat interaksi alat berat dan kendaraan umum. Ruas Jl. Raya Pakal merupakan jalan dengan aktivitas harian yang cukup tinggi, termasuk kendaraan roda dua, mobil pribadi, angkutan barang, hingga kendaraan lokal warga sekitar. Ketika *dump truck* keluar–masuk area galian dan *mixer truck* berhenti menunggu giliran pengecoran, potensi terjadinya tundaan dan kemacetan meningkat, terutama pada jam sibuk pagi dan sore. Oleh karena itu, pengaturan lalu lintas yang terencana menjadi prasyarat penting agar operasional proyek tidak menimbulkan keluhan berlebihan dari masyarakat dan tetap memenuhi standar keselamatan kerja (K3) yang berlaku.

9.2 *Contraflow*

Sistem *contraflow* pada proyek ini diterapkan sebagai solusi rekayasa lalu lintas sementara untuk mengimbangi berkurangnya jumlah lajur akibat adanya area kerja di salah satu sisi jalan. Pada prinsipnya, *contraflow* memungkinkan kendaraan menggunakan sebagian lajur berlawanan arah secara ter kendali, sehingga kapasitas total ruas jalan tetap mendekati kondisi normal meskipun satu lajur terpakai untuk pekerjaan konstruksi. Dengan cara ini, arus kendaraan dari arah Surabaya ke Gresik maupun sebaliknya tetap dapat terdistribusi, meskipun pengemudi harus mengikuti jalur yang sudah diarahkan dan dibatasi dengan marka sementara, rambu, dan *water barrier*.

Penerapan penerapan *contraflow* di Jl. Raya Pakal dilakukan dalam rentang waktu yang cukup panjang, yaitu mulai 5 September hingga 24 Desember 2025, mengikuti tahap-tahap pekerjaan saluran yang memerlukan penutupan sebagian badan jalan. Pada masa tersebut, pengelolaan arus dilakukan dengan pola buka-tutup pada jam tertentu, pembatasan kecepatan, serta pengawasan langsung oleh petugas di lapangan. Untuk gambar yang memperlihatkan Jl. Raya Pakal – Taman Cahaya dari *Google Earth Pro* ditunjukkan pada gambar 9. 1 berikut.



Gambar 9. 1 Lokasi Jl. Raya Pakal – Taman Cahaya jika dilihat dari atas
Sumber : *Google Earth Pro*

Sebagaimana berlakunya *contraflow* pada STA-0+000 sampai STA-0+364 ditunjukkan pada gambar 9.2 berikut.



Gambar 9.2 STA-0+000 – STA-0+364 sebagai lokasi *contraflow*
Sumber : *Google Earth Pro*

9.2.1 Skema Penerapan

1. Pembagian Zona

Skema penerapan *contraflow* dilakukan pada saat terdapat situasi pekerjaan yang membuat alat berat harus memakan 1 lajur untuk digunakan dalam waktu tertentu, tentu dampak dari *contraflow* dapat menimbulkan kemacetan yang panjang, antrian yang dilakukan secara bergantian untuk dapat menggunakan 1 lajur jalan yang difungsikan sebagai lajur normal. Zona dibagi menjadi 2 yaitu A dan B, zona A sebagai area kerja dan zona B sebagai area lajur normal. Untuk gambaran lokasi proyek jika dilihat dari atas menggunakan *drone*, bertujuan untuk mengetahui pembagian zona, ditunjukkan pada gambar 9.3 sebagai berikut.



Gambar 9.4 Pembagian zona *contraflow* untuk zona A dan zona B
Sumber : Dokumen Perusahaan, 2025

2. Pembagian Waktu Buka – Tutup *contraflow*

a. Siang Hari (13.00 – 14.30)

Pembagian waktu *contraflow* pada Jl.Raya Pakal – Taman Cahaya dibagi menjadi 2 yaitu siang hari (13.00 – 14.30) pada saat pekerjaan angkut galian tanah oleh alat berat *dump truck* dan malam hari (19:00 – 22:00) pada saat pekerjaan pemasangan *box culvert* oleh alat berat *mobile crane*, pekerjaan cor plat lajur oleh alat berat *truck mixer*. Pada saat penutupan 1 lajur pada zona B pada kedua pembagian waktu, jalan akan mengalami kemacetan panjang dikarenakan ruas jalan yang sempit dan mengharuskan untuk bergantian serta menurunkan kecepatan berkendara. Pada area tersebut tidak memiliki jalan *alternatif* sehingga tetap dilakukan pada zona B yaitu area lajur normal. Untuk contoh pembagian waktu pada pekerjaan siang dan malam, ditunjukkan pada gambar 9.4 berikut.



Gambar 9.5 Pekerjaan galian tanah di siang hari yang memakan lajur zona B

Sumber : Dokumen Perusahaan, 2025

Pada gambar 9.4 menunjukkan bahwa pekerjaan angkutan galian tanah oleh alat berat *dump truck* pada siang hari harus memakan sebagian lajur pada zona B yang mengharuskan pengadaan *contraflow* pada waktu tersebut. Pada jam tersebut termasuk dalam *high volume* dikarenakan kendaraan yang lewat dari arah Surabaya ke Gresik. Untuk contoh kondisi yang terjadi karena pekerjaan galian tanah, ditunjukkan pada gambar 9.5 berikut.



Gambar 9. 6 Kondisi lalu lintas pada siang hari karena *contraflow*
Sumber : Dokumen Perusahaan,2025

b. Malam Hari (19:00 – 22:00)

Pada pembagian berikutnya yaitu malam hari dimulai dari jam 19:00 sampai jam 22:00. Untuk berakhirnya *contraflow* bergantung pada waktu pekerjaan cor plat lajur dan juga pemasangan *box culvert*. Pada pekerjaan tersebut tentu alat berat seperti *truck mixer* harus parkir dan memakan 1 lajur jalan pada zona B, kemudian *contraflow* akan dilakukan guna untuk mengurangi kondisi lalu lintas yang padat dan tidak terkendali. Untuk contoh kondisi jalan saat *truck mixer* berhenti pada 1 lajur di Zona B ditunjukkan pada gambar 9.6 berikut.



Gambar 9. 7 *Truck Mixer* berhenti pada 1 lajur di Zona B
Sumber : Dokumen Perusahaan,2025

Truck trailer pembawa *box culvert* berhenti pada 1 lajur di Zona B ditunjukkan pada gambar 9.7 berikut



Gambar 9. 8 *Truck trailer* pembawa *box culvert* berhenti pada 1 lajur di Zona B

Sumber : Dokumen Perusahaan,2025

Pada saat pekerjaan cor plat lajur atau pemasangan *box culvert* di malam hari tentu dapat menyebabkan kemacetan panjang pada zona B. Karena pada jam 19:00 merupakan kondisi lalu lintas *high volume*, terutama dari arah Gresik ke Surabaya. Untuk gambaran kondisi lalu lintas saat pemasangan PJU pada jam tersebut, ditunjukkan pada gambar 9.8 berikut.



Gambar 9. 9 Kondisi lalu lintas saat pemasangan PJU

Sumber : Dokumen Pribadi,2025

Penerapan *contraflow* di saat waktu malam hari ditunjukkan pada gambar 9.9 berikut.



Gambar 9. 10 Penerapan *contraflow* di saat waktu malam hari.
Sumber : Dokumen Pribadi,2025

9.3 Rambu-rambu Lalu Lintas

Pemasangan rambu lalu lintas pada proyek ini merupakan bagian integral dari manajemen lalu lintas dan keselamatan kerja di lapangan. Rambu-rambu tidak hanya berfungsi sebagai penanda adanya pekerjaan konstruksi, tetapi juga sebagai sarana komunikasi resmi antara pelaksana proyek dan pengguna jalan mengenai perubahan pola arus, kondisi permukaan jalan, dan pembatasan-pembatasan sementara yang diberlakukan. Dengan adanya rambu yang jelas, pengendara dapat mempersiapkan diri, misalnya dengan menurunkan kecepatan, mengubah jalur, atau meningkatkan kewaspadaan ketika mendekati area pekerjaan.

Divisi K3 kontraktor bertanggung jawab untuk memastikan rambu dipasang pada lokasi dan jarak pandang yang tepat, misalnya beberapa puluh meter sebelum area galian atau titik *contraflow* dimulai. Rambu juga harus terawat, tidak tertutup material atau kotoran, serta terlihat jelas baik pada siang maupun malam hari. Dalam laporan ini, rambu lalu lintas yang digunakan di area proyek meliputi rambu perbaikan jalan, rambu jalan licin, serta pembatas fisik seperti water barrier, yang seluruhnya merupakan bagian dari paket rekayasa lalu lintas untuk meminimalkan risiko kecelakaan di kawasan padat aktivitas tersebut.

1. Rambu Perbaikan Jalan

Rambu perbaikan jalan yang dipasang di sekitar Jl. Raya Pakal berfungsi sebagai pemberitahuan awal kepada pengguna jalan bahwa di depan terdapat pekerjaan konstruksi saluran yang berpotensi mengganggu kelancaran arus kendaraan. Dengan membaca rambu ini, pengendara dapat mengantisipasi kemungkinan penyempitan lajur, keberadaan alat berat di tepi jalan, maupun pergeseran jalur akibat contraflow yang diberlakukan. Rambu biasanya ditempatkan pada jarak tertentu sebelum area kerja, sehingga pengemudi memiliki waktu cukup untuk mengurangi kecepatan dan menyesuaikan posisi kendaraannya.

Dari sisi keselamatan kerja, rambu perbaikan jalan membantu mengurangi potensi kecelakaan yang melibatkan pekerja dan peralatan proyek. Ketika pengendara sudah mengetahui bahwa ada perbaikan jalan, mereka cenderung lebih berhati-hati dan tidak memacu kendaraan dengan kecepatan tinggi di dekat galian atau lokasi pengecoran. Hal ini sangat penting, mengingat di sekitar area proyek sering terdapat aktivitas bongkar muat material, pergerakan dump truck pengangkut tanah galian, serta pekerja yang lalu-lalang di pinggir badan jalan. Dengan demikian, rambu ini menjadi bagian dari sistem perlindungan tidak hanya bagi pengguna jalan, tetapi juga bagi tenaga kerja yang terlibat dalam pembangunan saluran. Untuk contoh rambu peringatan ada pekerjaan pemasangan *box culvert* ditunjukkan pada gambar 9.10 berikut.



Gambar 9. 11 Rambu tanda ada pekerjaan pemasangan *box culvert*
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

2. Rambu Jalan Licin

Rambu jalan licin dipasang karena kondisi permukaan jalan di sekitar proyek sering menjadi lebih berbahaya, terutama pada musim hujan. Aktivitas galian tanah untuk saluran Top-Bottom menyebabkan adanya sisa tanah yang dapat terbawa ke permukaan jalan oleh roda dump truck atau tercecer saat proses pengangkutan, sehingga ketika terkena air hujan, permukaan aspal menjadi licin dan mengurangi gaya gesek ban kendaraan. Kombinasi antara air, lumpur, dan material galian ini meningkatkan risiko *slip*, khususnya bagi pengendara sepeda motor yang sensitif terhadap perubahan kondisi permukaan jalan.

Rambu ini memberikan peringatan visual yang jelas kepada pengguna jalan untuk mengurangi kecepatan dan menghindari manuver tiba-tiba seperti pengereman mendadak atau berbelok tajam ketika melintasi area proyek. Penempatannya dilakukan pada titik yang strategis, yaitu sebelum segmen jalan yang diketahui sering tergenang air atau tertutup lumpur, agar pengendara memiliki waktu cukup untuk melakukan penyesuaian. Dengan demikian, rambu jalan licin menjadi bagian dari strategi mitigasi risiko kecelakaan tunggal (*single crash*) seperti tergelincir atau jatuh, yang sangat mungkin terjadi di kawasan proyek yang aktivitas galiannya intensif. Untuk gambar rambu peringatan jalan licin ditunjukkan pada gambar 9.11 berikut.



Gambar 9. 12 Gambar rambu peringatan jalan licin
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

3. Pengatur Lalu Lintas

Selain mengandalkan rambu statis, proyek ini juga memanfaatkan tenaga pengatur lalu lintas yang bertugas secara bergantian (*shift*) di sekitar area kerja. Petugas ini dilengkapi dengan perlengkapan keselamatan seperti rompi reflektif dan *stick lamp* untuk memberikan isyarat yang jelas kepada pengendara, terutama pada malam hari atau ketika kondisi cuaca kurang baik. Kehadiran pengatur lalu lintas menjadi sangat penting pada saat volume kendaraan tinggi, misalnya ketika jam berangkat dan pulang kerja, karena pada periode tersebut potensi saling serobot di titik penyempitan jalan atau di mulut *contraflow* sangat besar.

Fungsi utama pengatur lalu lintas adalah mengarahkan aliran kendaraan agar berjalan secara bergantian dan teratur, sehingga tidak terjadi bottleneck ekstrem di satu sisi jalan. Pengaturan manual ini juga membantu memberikan prioritas pada momen tertentu, misalnya ketika alat berat hendak keluar–masuk area proyek atau ketika ada kendaraan berukuran besar yang membutuhkan ruang manuver lebih luas. Di samping itu, petugas lapangan juga berperan sebagai perantara komunikasi antara *operator* alat berat dan kondisi lalu lintas di luar area kerja, sehingga *operator* dapat menghindari *blind spot* yang berpotensi membahayakan pengguna jalan di sekitar mereka. Untuk gambar pengaturan lalu lintas sementara oleh petugas ditunjukkan pada gambar 9.12 berikut.



Gambar 9. 13 Pengaturan lalu lintas sementara oleh petugas
Sumber : Dokumen Pribadi,2025

9,4 Pemasangan *Water Barrier*

Water barrier dipasang sebagai pembatas fisik antara jalur lalu lintas umum dengan area kerja proyek yang berada sangat dekat dengan badan jalan. Karena proyek saluran *Top-Bottom* ini melibatkan galian memanjang di sisi jalan, terdapat risiko kendaraan umum masuk terlalu dekat dengan tepi galian atau area penumpukan material, yang dapat berujung pada kecelakaan seperti tergelincir ke dalam lubang galian atau menabrak peralatan kerja. Dengan adanya *water barrier*, batas aman antara zona lalu lintas dan zona konstruksi menjadi lebih jelas secara visual maupun fisik.

Secara fungsi rekayasa lalu lintas, *water barrier* membantu membentuk koridor pergerakan kendaraan yang lebih terarah, terutama ketika *contraflow* diberlakukan. Pengemudi tidak hanya mengikuti rambu, tetapi juga mendapat panduan berupa garis fisik yang kaku sehingga kecil kemungkinan berpindah ke area yang seharusnya tertutup. Selain itu, ketika diisi air, *water barrier* memiliki masa yang cukup untuk menyerap energi benturan ringan hingga sedang, sehingga dampak kecelakaan terhadap kendaraan dan pekerja dapat dikurangi dibandingkan jika tidak ada penghalang sama sekali.

Di lingkungan Jl. Raya Pakal yang padat penduduk, *water barrier* juga melindungi pejalan kaki dan aktivitas warga yang berada di dekat proyek. Anak-anak, pesepeda, maupun pedagang kaki lima sering kali beraktivitas di tepi jalan, sehingga pembatas fisik ini menjadi lapis perlindungan tambahan agar mereka tidak langsung bersinggungan dengan area galian yang berbahaya. Pemasangan *water barrier* yang rapi, berkelanjutan, dan disertai reflektor atau cat mencolok pada bagian luar, menjadikan proyek lebih aman sekaligus lebih tertata dari sudut pandang pengguna jalan dan masyarakat sekitar. Untuk gambar *water barrier* pada area proyek ditunjukkan pada gambar 9.13 sebagai berikut.



Gambar 9. 14 Pemasangan *water barrier* pada Area Proyek
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

9.5 Manajemen Kecepatan

Manajemen Kecepatan di sekitar area proyek dilakukan untuk menurunkan potensi kecelakaan yang timbul akibat interaksi antara kendaraan umum dengan aktivitas pekerjaan konstruksi di tepi dan sebagian badan jalan. Ruas Jl. Raya Pakal yang sebelumnya berfungsi penuh sebagai jalur lalu lintas umum, pada masa pekerjaan sebagian ruangnya berubah menjadi zona kerja, sehingga jarak aman antara kendaraan dan area galian, alat berat, maupun pekerja menjadi lebih sempit dan membutuhkan pembatasan kecepatan yang lebih ketat.

Pembatasan kecepatan diterapkan melalui pendekatan visual dan operasional, antara lain dengan pemasangan rambu perbaikan jalan, rambu peringatan jalan licin, serta pengaturan arus melalui sistem *contraflow* yang secara tidak langsung memaksa pengemudi untuk mengurangi kecepatan karena lebar lajur yang menyempit. Rambu-rambu tersebut memberikan informasi dini bahwa di depan terdapat pekerjaan konstruksi, permukaan jalan yang berubah, dan kemungkinan adanya pergerakan alat berat atau kendaraan proyek yang keluar-masuk area kerja, sehingga pengemudi terdorong untuk menyesuaikan kecepatan kendaraannya.

Risiko pekerjaan di area proyek ini cukup tinggi karena melibatkan aktivitas galian saluran, pergerakan *excavator*, lalu lintas *dump truck* pengangkut tanah, serta *truck mixer* yang berhenti atau antri di tepi jalan untuk proses pengecoran. Pada saat bersamaan, proyek dilaksanakan di musim hujan sehingga sering terjadi genangan dan permukaan jalan menjadi licin akibat campuran air dan sisa tanah galian yang terbawa

ke badan jalan, yang secara langsung meningkatkan risiko kendaraan tergelincir, terutama sepeda motor. Dalam kondisi seperti ini, kecepatan yang tinggi akan sangat memperbesar peluang terjadinya kecelakaan, baik berupa tabrakan dengan kendaraan lain, menabrak pembatas, maupun masuk ke dalam area galian.

Untuk mengendalikan risiko tersebut, selain pembatasan kecepatan secara pasif melalui rambu dan pengaturan jalur, ditempatkan juga petugas pengatur lalu lintas yang berperan mengarahkan arus kendaraan agar bergerak bergantian dan tidak saling berebut di titik penyempitan atau di akses keluar–masuk kendaraan proyek. Petugas ini membantu memastikan pengemudi benar-benar mengurangi kecepatan ketika melintasi area yang padat kegiatan konstruksi, sekaligus memberi prioritas pada momen tertentu ketika alat berat harus bermanuver atau *dump truck* keluar dari area proyek dengan muatan yang besar.

9.5.1 Prinsip Manajemen Kecepatan

1. Pembatasan melalui rekayasa jalur

Sistem *contraflow* dan penyempitan lajur secara alami memaksa pengendara mengurangi kecepatan karena lebar jalan berkurang, sehingga jarak aman dengan area galian dan pekerja lebih terjaga. Untuk contoh sistem *contraflow* ditunjukkan pada gambar 9.14 sebagai berikut.



Gambar 9. 15 Sistem *contraflow* pada malam hari
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

2. Rambu Peringatan

Rambu perbaikan jalan dan pemasangan *box culvert* ditempatkan sebelum area kerja untuk memberi sinyal dini, mendorong pengemudi menurunkan kecepatan secara sukarela saat mendekati alat berat *truck mixer* ataupun *truck trailer*. Untuk gambar rambu pemasangan *box culvert* ditunjukkan pada gambar 9.15 sebagai berikut.



Gambar 9. 16 Gambar peringatan ada pekerjaan pemasangan *box culvert*
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

3. Pengawasan Petugas Lapangan

Pengatur lalu lintas dengan stick lamp mengarahkan arus bergantian, memastikan kecepatan rendah di titik akses keluar-masuk kendaraan proyek. Untuk gambar pengawasan petugas lapangan ditunjukkan pada gambar 9.16 sebagai berikut.



Gambar 9. 17 Pengawasan kecepatan pengendara oleh petugas lapangan
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

9.5.2 Resiko Pekerjaan Terkait

1. Galian Saluran dan genangan air

Musim hujan menyebabkan lumpur dari tanah galian terbawa oleh roda dump truck ke badan jalan utama, menciptakan lapisan licin yang berbahaya, kecepatan tinggi (di atas 40 km/jam) meningkatkan risiko slip kendaraan ringan seperti sepeda motor hingga 70%, berpotensi menabrak tepi galian sedalam 2-3 meter atau water barrier, yang bisa berujung pada cedera serius atau kematian bagi pengendara dan pekerja di sekitar. Untuk gambar pekerjaan galian tanah yang dapat meninggalkan sisa galian pada jalan yang dilalui pengendara ditunjukkan pada gambar 9.17 berikut.



Gambar 9. 18 Pekerjaan penggalian tanah pada siang hari
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

2. Pergerakan Alat Berat

Dump truck bermuatan tanah galian (sekitar 20 ton) dan *mixer truck* untuk pengecoran keluar-masuk area proyek hingga puluhan kali sehari, menciptakan *blind spot* bagi operator yang fokus ke belakang atau sisi proyek; kecepatan kendaraan umum yang tinggi mengurangi waktu reaksi pengemudi sehingga rawan tabrakan samping atau belakang dengan alat berat, terutama saat manuver belok di titik *contraflow* sempit. Untuk contoh gambar *truck*

mixer yang sedang berhenti di 1 lajur jalan, ditunjukkan pada gambar 9.18 sebagai berikut.



Gambar 9. 19 *Truck Mixer* yang berhenti di salah satu lajur jalan
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

3. Interaksi Pekerja Lalu Lintas

Pekerja lapangan (minimal 10-15 orang per shift) sering bekerja di tepi galian atau mengawasi pengecoran hanya 1-2 maupun pekerjaan lainnya seperti pengadaan barang yang berjarak beberapa meter dari lajur lalu lintas, dengan visibilitas terbatas akibat tumpukan material; kendaraan lewat cepat berisiko menabrak pekerja, di mana kecepatan 30 km/jam saja sudah bisa menyebabkan luka parah, sementara kecepatan lebih tinggi memperburuknya menjadi fatal karena efek "*secondary impact*" ke material proyek. Untuk gambar interaksi para pekerja yang sedang melakukan pengadaan *minipile*, ditunjukkan pada gambar 9.19 sebagai berikut.



Gambar 9. 20 *Truck Trailer* membawa *minipile* yang berhenti di salah satu lajur jalan
Sumber : Dokumen Pribadi, 2025