



**SURAT PERJANJIAN PENUGASAN  
PELAKSANAAN PENELITIAN UNGGULAN PT  
TAHUN ANGGARAN 2020  
Nomor : 34.4.5/UN37/PPK.4.6/2020**

Pada hari ini **Senin** tanggal **Empat** bulan **Mei** tahun **Dua ribu dua puluh**, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. Prof. Dr. Tandiyu Rahayu, M.Pd. : **Pejabat Pembuat Komitmen** Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang yang berkedudukan di Semarang, berdasarkan Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : B/1/UN37/ HK/2020 tanggal, 2 Januari 2020, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama KPA Universitas Negeri Semarang, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. Dr. Bambang Priyono, M.Pd. : **Dosen Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang**, dalam hal ini bertindak sebagai Pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian tahun anggaran 2020 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**

**PIHAK PERTAMA** dan **PIHAL KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal berikut.

**PASAL 1  
Dasar Hukum**

1. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : B/651/UN37/HK.02/2019 tanggal 15 Juli 2019 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan di Lingkungan Universitas Negeri Semarang Periode 2019-2023
2. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : B/1/UN37/HK/2020 tanggal, 2 Januari 2020 tentang Pengangkatan Pejabat Perbendaharaan/ Pengelola Keuangan Tahun Anggaran 2020 Universitas Negeri Semarang
3. Keputusan Dekan 4509/UN37.1.6/PG/2020 tanggal 28 April 2020 tentang Penetapan Penerimaan Penelitian Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang Tahun 2020
4. Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang (UNNES) Nomor DIPA 023.17.2.677507/2020, tanggal 27 Desember 2019

**PASAL 2  
Ruang Lingkup Perjanjian**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Penelitian Unggulan PT tahun 2020 dengan judul "**Pengukuran Paparan Karbon Hitam, Partikel Ultrafin, dan Logam Berat pada Komunitas Pesepeda**

- (2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas pekerjaan/kegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya kepada **PIHAK PERTAMA**.

### **PASAL 3** **Dana Penelitian**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 adalah sebesar Rp. 18.000.000,- (**Delapan Belas Juta Rupiah**) sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang (UNNES) Nomor DIPA 023.17.2.677507/2020, tanggal 27 Desember 2019.

### **PASAL 4** **Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian**

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
- a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu  $70\% \times \text{Rp } 18.000.000 = \text{Rp } 12.600.000$  (Dua Belas Juta Enam Ratus Ribu Rupiah) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah :
- (1) Mengunggah hasil revisi proposal dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, RAB, dan instrumen penelitian ke SIPP.
  - (2) Menyerahkan hardcopy asli revisi proposal dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, RAB, instrumen penelitian, dan nota persetujuan hasil evaluasi instrumen penelitian masing-masing dua eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA**.
- b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu  $30\% \times \text{Rp } 18.000.000,- = \text{Rp } 5.400.000,-$  (Lima Juta Empat Ratus Ribu Rupiah) bayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah :
- 1) Mengunggah ke SIPP :
    - Catatan harian 70%, laporan penggunaan anggaran 70% dan laporan kemajuan, selambat-lambatnya **4 Agustus 2020**
    - Draf Laporan Akhir selambat-lambatnya **8 Oktober 2020**
    - Catatan harian 100%, laporan akhir yang telah disetujui Evaluator dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, laporan keuangan 100%, artikel ilmiah dan luaran penelitian yang dicapai, selambat-lambatnya **4 November 2020**
  - 2) Menyerahkan hardcopy masing-masing dua eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA** :
    - Catatan harian 70%, laporan penggunaan anggaran 70% dan laporan kemajuan, selambat-lambatnya **4 Agustus 2020**
    - Catatan harian 100%, laporan akhir yang telah disetujui Evaluator dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, laporan keuangan 100%, artikel ilmiah dan luaran penelitian yang dicapai selambat-lambatnya **4 November 2020**
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening BNI atas nama Dr. Bambang Priyono, M.Pd. dengan nomor rekening 0246686293

### **PASAL 5** **Jangka Waktu**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian yang dimaksud dalam Pasal 2 sampai 100% adalah terhitung sejak tanggal **4 Mei 2020** dan berakhir pada tanggal **4 November 2020**.



**PASAL 6**  
**Janji Luaran**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban memenuhi janji luaran wajib yaitu berupa 1 artikel jurnal terindeks Scopus (accepted) dan 1 artikel ISPHE 2020 (published) selambat-lambatnya **31 Oktober 2021**.
- (2) Apabila janji luaran wajib sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak dipenuhi dalam batas waktu tersebut, maka secara administratif **PIHAK KEDUA** tidak dapat mengajukan proposal penelitian pada tahun berikutnya.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban melaporkan perkembangan pencapaian janji luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**

**PASAL 7**  
**Hak dan Kewajiban Para Pihak**

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**
  - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan luaran wajib penelitian dari **PIHAK KEDUA** sebagaimana dimaksud dalam pasal 6.
  - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**
  - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4
  - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan luaran wajib penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** sebagaimana dimaksud dalam pasal 6.

**PASAL 8**  
**Laporan Pelaksanaan Penelitian**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah catatan harian 70%, laporan penggunaan anggaran 70% dan laporan kemajuan, paling lambat **4 Agustus 2020**
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan hardcopy catatan harian 70%, laporan penggunaan anggaran 70% dan laporan kemajuan masing-masing dua eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA** paling lambat **4 Agustus 2020**
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah laporan akhir, laporan keuangan 100%, artikel ilmiah dan tambahan luaran penelitian, selambat-lambatnya **4 November 2020**
- (5) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan masing-masing dua eksemplar catatan harian 100%, laporan akhir yang telah disetujui Evaluator dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, nota persetujuan laporan akhir dari evaluator, laporan keuangan 100%, artikel ilmiah, profil penelitian, Poster dan luaran wajib yang telah dicapai selambat-lambatnya **4 November 2020**
- (6) Laporan hasil penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - a. Format font Times New Romans, ukuran 12 spasi 1,5
  - b. Bentuk/ukuran kertas A4
  - c. Warna cover **Merah**
  - d. Di bawah bagian sampul cover ditulis:

Dibiayai oleh :

Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang  
Nomor DIPA 023.17.2.677507/2020, tanggal 27 Desember 2019 sesuai dengan Surat Perjanjian  
Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2020  
Nomor: 34.4.5/UN37/PPK.4.6/2020, tanggal 4 Mei 2020

**PASAL 9**  
**Monitoring dan Evaluasi**

Dalam rangka pengawasan, **PIHAK PERTAMA** akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2020

**PASAL 10**  
**Penilaian Luaran**

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/ *Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

**PASAL 11**  
**Pergantian Ketua Pelaksana**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapatkan persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**.
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetorkan ke Kas Negara.
- (4) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

**PASAL 12**  
**Sanksi**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk pelaksanaan Kontrak Penelitian telah berakhir, pihak kedua belum menyelesaikan tugasnya dan atau terlambat mengirimkan dan mengunggah laporan kemajuan, catatan harian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) dan laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda sebesar 1‰ (satu permil) untuk setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen) dihitung dari tanggal jatuh tempo dan denda administratif (tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut).
- (2) Peneliti/pelaksana yang tidak hadir dalam kegiatann monitoring dan evaluasi tanpa pemberitahuan sebelumnya pada pihak pertama maka pelaksana penelitian tidak berhak menerima dana tahap kedua sebesar 30%.

**PASAL 13**  
**Pembatalan Perjanjian**

- (1) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan Penelitian tersebut dinyatakan batal, dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana Penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**



**PASAL 14**  
**Pajak-Pajak**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban memungut dan menyetero pajak ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa:
  - a. pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10%, PPh 22 sebesar 1,5% dan PPh 23 sebesar 2%;
  - b. dan pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku.
- (2) **PIHAK PERTAMA** berkewajiban memungut dan menyetero pajak belanja ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa honorarium dikenai PPh Pasal 21 dengan ketentuan 5% bagi yang memiliki NPWP untuk golongan III, serta 6% bagi yang tidak memiliki NPWP; untuk golongan IV sebesar 15%;

**PASAL 15**  
**Peralatan dan/ Alat Hasil Penelitian**

- (1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan Penelitian tersebut diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan.
- (2) Setiap publikasi, makalah dan/ atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan **PIHAK PERTAMA** sebagai pemberi dana
- (3) Hasil Penelitian berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik negara yang dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga/masyarakat melalui Berita Acara Serah Terima (BAST).

**PASAL 16**  
**Keadaan Memaksa (*Force Majeure*)**

- (1) **PARA PIHAK** dibebaskan dari tanggungjawab atas keterlambatan atau kegagalan dalam memenuhi kewajiban yang dimaksud dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian disebabkan atau diakibatkan oleh kejadian di luar kekuasaan para pihak yang dapat digolongkan sebagai keadaan memaksa (*force majeure*).
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blockade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, hru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap Perjanjian Penugasan Pelaksanaan penelitian.
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak berwajib dan **PARA PIHAK** dengan etiket baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

**PASAL 17**  
**Penyelesaian Sengketa**

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili Hukum di Pengadilan Tinggi Semarang.

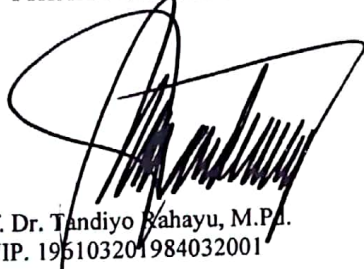
**PASAL 18**  
**Lain-Lain**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/ atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam negeri maupun luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

**PASAL 19**  
**Penutup**

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 3 (tiga) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

**PIHAK PERTAMA**



Prof. Dr. Tandiyah Cahayu, M.Pd.  
NIP. 195103201984032001

**PIHAK KEDUA**



Dr. Bambang Priyono, M.Pd.  
NIP. 196004221986011001



### SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Bambang Priyono, M.Pd.  
NIP : 196004221986011001  
Unit Kerja : Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian saya yang berjudul : "Pengukuran Paparan Karbon Hitam, Partikel Ultrafin, dan Logam Berat pada Komunitas Pesepeda " yang dibiayai oleh DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Universitas Negeri Semarang Nomor: 023.17.2.677507/2020, tanggal 27 Desember 2019 dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2020 Nomor: 34.4.5/UN37/PPK.3.1/2020, tanggal 4 Mei 2020, bersifat **original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas Negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya.

Semarang, 4 Mei 2020

Mengetahui,  
Dekan FIK UNNES

Prof. Dr. Tandiyo Rahayu, M.Pd.  
NIP. 96103201984032001

Yang menyatakan  
Ketua Pelaksana

Dr. Bambang Priyono, M.Pd.  
NIP. 196004221986011001

LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**Pengukuran Paparan Karbon Hitam, Partikel Ultrafin, dan Logam Berat  
pada Komunitas Pesepeda  
(Studi Eksperimen di Ruang Terbuka Olahraga Kota Semarang)**

Tim Pengusul :

Dr. Bambang Priyono, M.Pd	NIP. 196004221986011001
Mustafa Daru Affandi, S. T.	NIP. 198412172005011002
Yuliani	NIM. 6101416094
Yuly Wulandari	NIM. 6101415015

**FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
TAHUN 2020**



## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

Judul Penelitian : Pengukuran Paparan Karbon Hitam, Partikel Ultrafin, dan Logam Berat pada Komunitas Pesepeda: Studi Eksperimen di Ruang Terbuka Olahraga (RTO) Kota Semarang

Nama Rumpun Ilmu : PJKR

Bidang Kajian : -

Ketua Peneliti :

a. Nama Lengkap : Dr. Bambang Priyono, M.Pd

b. NIP : 196004221986011001

c. Program Studi : Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi

d. Perguruan Tinggi : Universitas Ngeeri Semarang

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Dr. Endang Sri Hanani, M.Kes.

b. NIP : 195906031984032001/ Universitas Negeri Semarang

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Sri Sumartiningsih, S. Si., M. Kes., Ph.D., AIFO

b. NIP : 198309182005012003/ Universitas Negeri Semarang

Anggota Peneliti (3)

a. Nama Lengkap : Mustafa Daru Affandi, S. T.

b. NIP / Perguruan Tinggi : 198412172005011002/ Universitas Negeri Semarang

Lama Penelitian Keseluruhan : 4 bulan

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 18.000.000,-

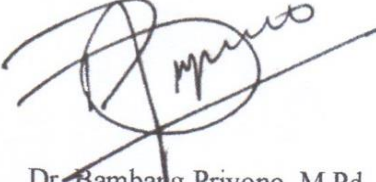
Biaya Tahun Berjalan :

-dana internal PT : Rp. 18.000.000,-

-inkind (sebutkan) : -

Semarang, 09 November 2020

Ketua Peneliti




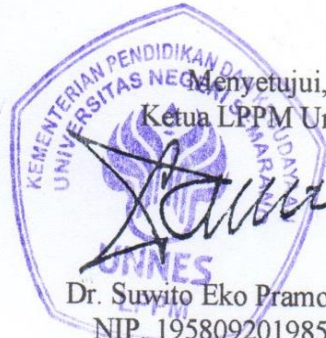
Dr. Bambang Priyono, M.Pd  
NIP. 196004221986011001

Mengetahui  
Dekan



Prof. Dr. Tandiyo Rahayu, M.Pd.  
NIP. 196103201984032001

Menyetujui,  
Ketua LPPM Unnes



Dr. Suyito Eko Pramono, M.Pd.  
NIP. 195809201985031003

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR LAMPIRAN.....	4
RINGKASAN.....	5
BAB I     PENDAHULUAN.....	6
1.1   Latar Belakang.....	6
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1   Tinjauan Pustaka.....	8
2.2   State of the Art.....	9
2.3   Road map penelitian.....	10
BAB III   METODE PELAKSANAAN.....	11
3.1   Metode Penelitian.....	11
3.2   Luaran ( <i>output</i> ) dan target capaian.....	12
BAB IV    BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN.....	13
4.1   Anggaran Biaya.....	13
4.2   Jadwal Kegiatan.....	13
DAFTAR PUSTAKA.....	14

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 .....	17
Lampiran 2 .....	18
Lampiran 3 .....	21



## RINGKASAN

Bersepeda sangat disenangi tanpa memandang usia dari yang muda hingga tua bahkan anak-anak. Tetapi peningkatan minat bersepeda di Kota Semarang tidak diimbangi peningkatan fasilitas sarana dan prasarana pendukung. Belum adanya Ruang Terbuka Olahraga (RTO) atau jalur khusus menyebabkan para pesepeda memilih jalan raya sebagai rutanya. Selain beresiko terhadap kecelakaan, mereka juga rentan terkena paparan polutan udara akibat lalu lintas atau istilahnya *traffic-related air pollutants* (TRAP). Komponen TRAP diantaranya adalah Karbon Hitam (BC), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Partikel Ultrafin (UFPs), dan Logam Berat. TRAP berbahaya bagi kesehatan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Paparan Karbon Hitam, Partikel Ultrafin, dan Logam Berat pada Komunitas Pesepeda. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan desain *one group pretest post test*. Populasi dan Sample penelitian adalah Komunitas Pesepeda Kota Semarang yang berjumlah 35 orang. Pemantauan berjalan per minggu (sesuai jadwal bersepeda) dilakukan di sepanjang rute perjalanan. Untuk setiap rute dilakukan 8 kali pengulangan, antara 16/3/2020 dan 16/6/2020. Untuk mempertimbangkan efek padat dan longarnya jalan, rute perjalanan berganti-ganti setiap minggu. Kecepatan bersepeda rata-rata adalah 20 km/jam. Dipasang juga alat pengukur detak jantung. Penelitian ini diharapkan menghasilkan luaran berupa artikel yang terpublikasi pada jurnal internasional bereputasi dan prosiding seminar internasional. Adapun TKT dari penelitian ini adalah level 3.

**Keywords:** Paparan Logam Berat, Komunitas Pesepeda, Ruang Terbuka Olahraga

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Fenomena budaya olahraga di masyarakat diyakini tidak semata-mata sebagai aktivitas penunjang kesehatan, tetapi juga penunjang kebutuhan bermasyarakat yang di dalamnya dapat melekat nilai-nilai kebugaran kesehatan, psikologis, dan sosio-budaya. Olahraga dapat memberikan kontribusi nyata yang sangat berharga dan memberikan inspirasi bagi kesejahteraan dan kelangsungan hidup manusia dari aspek jasmani, rohani dan sosial. Makna yang terkandung dalam aktivitas olahraga ini tidak sekedar pendidikan dan prestasi yang bersifat fisik, tetapi lebih luas terkait dengan tujuan secara menyeluruh, serta dapat memberikan kontribusi terhadap kehidupan bagi setiap individu dalam aspek fisik, mental dan sosial. Olahraga yang sedang digemari oleh masyarakat saat ini adalah bersepeda (1).

Bersepeda saat ini menjadi tren di kalangan masyarakat, di samping olahraga lari. Bahkan ada yang beranggapan bahwa selain digunakan sebagai sarana transportasi dan olahraga, bersepeda juga sudah menjadi gaya hidup (lifestyle). Bersepeda sangat disenangi tanpa memandang usia dari yang muda hingga tua bahkan anak-anak. Saat ini sudah banyak kita jumpai para pekerja yang bersepeda untuk pergi ke kantor dan juga siswa sekolah dasar hingga mahasiswa yang bersepeda menuju ke tempat tujuan masing-masing (2).

Untuk dapat melakukan aktivitas olahraga dengan optimal maka dibutuhkan sarana dan prasarana olahraga termasuk diantaranya yaitu ruang terbuka yang bisa diakses untuk berolahraga agar dapat leluasa dengan gerak tanpa ada hambatan. Ruang terbuka dalam olahraga (RTO) merupakan kebutuhan dasar untuk melakukan aktivitas olahraga. Tanpa adanya ruang terbuka yang memadai dan sempit sulit untuk mengharapkan partisipasi masyarakat dalam melakukan aktivitas olahraga. Semakin banyak sarana dan prasarana olahraga publik yang tersedia, semakin mudah masyarakat menggunakan dan memanfaatkannya untuk kegiatan olahraga. Sebaliknya, semakin terbatas sarana dan prasarana olahraga publik yang tersedia, semakin terbatas pula kesempatan masyarakat menggunakan dan memanfaatkan untuk kegiatan olahraga. Dengan demikian, ketersediaan sarana dan prasarana olahraga publik akan mempengaruhi tingkat dan pola partisipasi masyarakat dalam berolahraga (1).

Peningkatan minat bersepeda di Kota Semarang tidak diimbangi peningkatan fasilitas sarana dan prasarana pendukung. Belum adanya Ruang Terbuka Olahraga (RTO) atau jalur khusus menyebabkan para pesepeda memilih jalan raya sebagai rutanya. Selain beresiko

terhadap kecelakaan, mereka juga rentan terkena paparan polutan udara akibat lalu lintas atau istilahnya *traffic-related air pollutants* (TRAP). Komponen TRAP diantaranya adalah Karbon Hitam (BC), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Partikel Ultrafin (UFPs), dan Logam Berat. TRAP berbahaya bagi kesehatan. TRAP telah dikaitkan dengan beberapa hasil kesehatan yang merugikan termasuk peningkatan asma, risiko kardiovaskular, risiko kanker paru-paru, infark miokard fatal, dan peningkatan mortalitas. TRAP merupakan *silent killer* karena sifat fisiknya yang tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau, tetapi dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kematian pada manusia yang terpapar dengan cepat (3).

Diperlukan kajian mengenai paparan TRAP pada pesepeda di Kota Semarang sehingga upaya mitigasi paparan polusi udara terhadap pengendara sepeda dapat dilakukan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Paparan Karbon Hitam, Partikel Ultrafin, dan Logam Berat pada Komunitas Pesepeda (3).



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Bersepeda adalah sebuah kegiatan rekreasi atau olahraga, serta merupakan salah satu moda transportasi darat yang menggunakan sepeda. Sepeda pertama kali diperkenalkan pada abad ke-19 Masehi. Banyak penggemar bersepeda yang melakukan kegiatan tersebut di berbagai macam medan, misalnya perbukitan, medan yang terjal maupun hanya sekadar dipedesaan dan perkotaan saja. Orang yang mempergunakan sepeda sebagai moda transportasi rutin juga dapat disebut komuter. Penggunaan sepeda sebagai moda transportasi rutin tidak hanya dilakukan oleh pekerja yang bekerja di sektor non-formal, tetapi juga dilakukan oleh pekerja yang bekerja di sektor formal (2)

Jumlah pesepeda kini semakin banyak ditemui di jalanan. Dengan kata lain, olahraga santai tapi menyehatkan ini semakin banyak peminatnya. Komunitas pesepeda sekarang juga semakin banyak.

Namun pesepeda jarang memperhatikan risiko kesehatan yang bisa muncul jika mereka menjalankan hobinya ditempat yang tinffi polusi udara. Tanpa disadari udara kotor yang kita hirup sehari-hari, bisa sangat berbahaya bagi kesehatan. Padahal menurut WHO, saat ini 9 dari 10 orang bernafas di udara yang tercemar. Dampak pencemaran udara juga sudah membunuh sekitar 7 juta orang setiap tahunnya (4)

Meski dampaknya mungkin tidak akan langsung terlihat, namun secara jangka panjang, udara kotor yang terus menerus kita hirup bisa menyebabkan kondisi-kondisi di bawah ini:

1. Membuat asma kambuh. Partikel-partikel polusi udara dan debu bisa membuat tingkat kekambuhan asma meningkat.
2. Bisa menimbulkan kanker paru-paru. Zat-zat berbahaya yang terdapat di udara kotor, juga disebutkan bisa menimbulkan kanker paru-paru.
3. Meningkatkan risiko sakit jantung. Zat berbahaya seperti karbon hitam dan nitrogen oksida, yang terdapat pada asap kendaraan, dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit jantung.
4. Jadi lebih mudah terkena infeksi. Polusi udara bisa meningkatkan kejadian infeksi paru-paru, terutama pada anak-anak.
5. Bisa menghambat perkembangan anak. Paparan terhadap udara yang berkualitas buruk, bisa menghambat perkembangan paru-paru pada anak. Akibatnya, paru-paru tidak bisa berfungsi dengan optimal saat dewasa.

6. Membuat jaringan di paru-paru meradang. Dampak pencemaran udara ini bisa menyerang orang yang paru-parunya sehat, maupun individu dengan riwayat asma dan penyakit paru lainnya.
7. Meningkatkan risiko berat badan lahir rendah pada janin. Paparan polusi udara pada ibu hamil, bisa meningkatkan risiko berat badan lahir rendah, hingga kematian bayi.
8. Bisa menimbulkan penyakit paru lainnya. Dampak pencemaran udara yang paling umum, seperti batuk dan sesak napas bisa terjadi. Namun, kondisi lain seperti penyakit paru obstruktif kronis juga bisa bertambah parah, dengan adanya udara yang kotor.
9. Bisa mempercepat kematian. Jika tubuh terpapar udara yang kotor secara terus-menerus dalam jangka panjang, maka angka harapan hidup juga akan semakin pendek.

## 2.2 State of the Art

Pada penelitian ini, diambil beberapa penelitian terdahulu sebagai panduan ataupun contoh untuk penelitian yang dilakukan yang menjadi acuan dan perbandingan dalam melakukan penelitian ini. Dalam state of the art ini terdapat 2 jurnal internasional dan 1 jurnal nasional, berikut penjelasannya:

Tabel 1. *State of the Art* Pengukuran Paparan Karbon Hitam, Partikel Ultrafin, dan Logam Berat pada Komunitas Pesepeda: Studi Eksperimen di Ruang Terbuka Olahraga (RTO) Kota Semarang

No	Peneliti	Judul	Variabel	Hasil
1	Woodrow Jules Pattinson	Cyclist Exposure To Traffic Pollution: Microscale Variance, The Impact Of Route Choice And Comparisons To Other Modal Choices In Two New Zealand Cities	Various aspects of cyclist exposure to common urban air pollutants	The cyclist mode faces much lower exposure than other modes, especially when traveling through backstreets and cycle tracks. Significant exposure reductions can also be made when only a very small distance away from traffic emissions.
2	Dhimas Bagus Dharmawan, Rofa Ichsandi, Ricka Ulfatul Faza	Ruang terbuka olahraga di Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang: Kajian analisis melalui sport development index	Ruang terbuka olahraga, Sport Development Index (SDI)	Nilai indeks ruang terbuka yang didapat menunjukkan jika di tinjau dari norma SDI  Ketersediaan ruang terbuka olahraga di Kecamatan Gunungpati sudah masuk dalam kategori tinggi.

## 2.3 Road Map Penelitian

Penelitian ini sesuai dengan road map penelitian jurusan Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi dan kompetensi peneliti.



Gambar 1. Keseuaian Penelitian dengan Road Map dan Kompetensi Peneliti



## BAB III METODE PELAKSANAAN

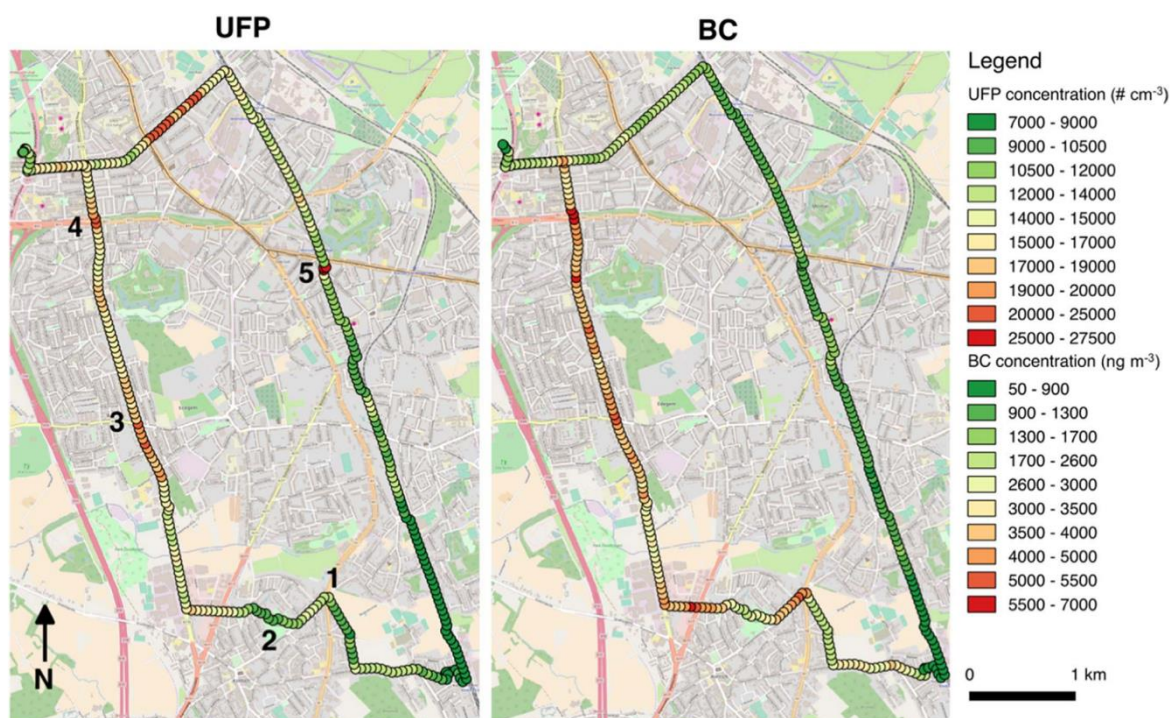
### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan desain *one group pretest post test*. Populasi dan Sample penelitian adalah Komunitas Pesepeda Kota Semarang yang berjumlah 35 orang. Teknik pengambilan sample menggunakan total sampling.

#### 1. Need Assessment

Penelitian dilakukan dengan cara mengukur Polutan pada rute yang dilalui pesepeda dan paparan polutan pada pesepeda. Karena variabilitas temporal yang tinggi dari TRAP yang diukur, pemantauan hanya dapat dianggap representatif jika seri data besar. Dalam penelitian kami, pemantauan berjalan per minggu (sesuai jadwal bersepeda) dilakukan di sepanjang rute perjalanan. Untuk setiap rute dilakukan 8 kali pengulangan, antara 6/1/2020 dan 23/3/2020. Untuk mempertimbangkan efek padat dan longarnya jalan, rute perjalanan berganti-ganti setiap minggu. Kecepatan bersepeda rata-rata adalah 20 km/jam. Dipasang juga alat pengukur detak jantung.

Berikut adalah ilustrasi pengukuran polutan UFP dan BC pada rute yang dilalui oleh komunitas pesepeda pada Ruang Terbuka Olahraga di Kota Semarang.



## 2. Perencanaan Intervensi

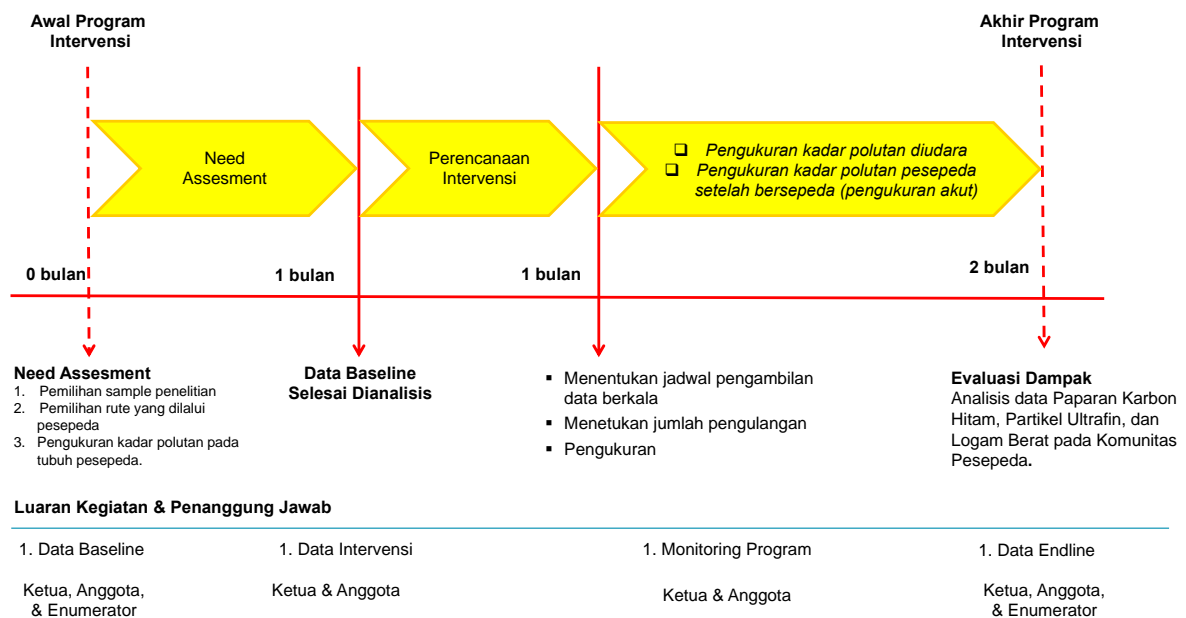
Setelah data baseline selesai dianalisis maka peneliti akan melakukan perencanaan kegiatan intervensi. Memilih sample penelitian, memilih rute yang akan dilalui, menentukan jadwal pengambilan data, serta menentukan berapa kali ulangan intervensi.

## 3. Pelaksanaan Intervensi

Intervensi dilakukan dengan mengukur kadar polutan pada rute yang dilalui pesepeda. Selain itu intervensi juga dilakukan dengan mengukur kadar polutan akut pada pesepeda setelah melakukan aktifitasnya.

## 4. Pengukuran Data Endline

Analisis data paparan karbon hitam, partikel ultrafin, dan logam berat pada pesepeda. Berikut adalah skema penelitian, struktur, dan peran anggota penelitian:



Gambar 1. Skema Pengukuran Paparan Karbon Hitam, Partikel Ultrafin, dan Logam Berat pada Komunitas Pesepeda

### 3.2 Luaran (*output*) dan target capaian

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian
1	Publikasi Jurnal Terindeks Scopus	Tersedia
2	Pemakalah dalam pertemuan ilmiah	Dilaksanakan

**BAB IV**  
**BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN**

4.1 Anggaran Biaya

No	Jenis Yang Dikeluarkan	Biaya Yang Diusulkan
1	Honor Tim Pengabdian	2.000.000
2	Bahan Habis Pakai	6.500.000
3	Perjalanan	3.000.000
4	Lain-lain	6.500.000
	Total	18.000.000

4.2 Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	Bulan						
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1.	Analisis situasi							
2.	Identifikasi permasalahan							
3.	Penyusunan proposal							
4.	Penyusunan kegiatan							
5.	Pengumpulan Data							
6.	Analisis hasil							
7.	Seminar hasil							
8.	Publikasi							
9.	Penyusunan laporan							



## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Hasil Pengukuran CO Level

No	Location	Data read (ppm)					Average
		1	2	3	4	5	
1	Simpang Lima	16	15	18	16	16	16,2
2	Pertigaan Thamrin	14	14	13	15	14	14
3	Tugumuda	14	13	12	16	17	14,4
4	Perempatan Petompon	12	11	12	12	10	11,4

### 5.2 Hasil Pengukuran Debu Jalan

No	Location	Time (Min)	Air Flow (l/m)	Air Volume (m3)	Weight 2	Weight 1	Dust Weight	Dust Conc (MG/m3)
1	Simpang lima	60	750	45	5122	4720	402	8,933333333
2	pertigaan thamrin	60	700	42	5104	4940	164	3,904761905
3	tugumuda	60	750	45	5098	4855	243	5,4
4	perempatan petompon	60	750	45	4990	4856	134	2,977777778

### 5.3 Hasil Pengukuran Tekanan Paru Pesepeda

No	Name	Gender	Age	FVC	FEV1	FEV1/FVC %	PEF	Information
1	Asti	F	29	86	88	104	73	Normal Spirometry
2	Budi	M	36	93	87	98	62	Normal Spirometry
3	Choirul	M	30	94	96	104	71	Normal Spirometry
4	Ramlan	M	69	100	115	119	81	Normal Spirometry
5	Sigalingging	M	37	134	106	83	76	Normal Spirometry
6	Suryadi	M	58	86	97	93	84	Normal Spirometry
7	Tatang	M	65	92	112	125	135	Normal Spirometry

### 5.4 Pembahasan

Tingkat pencemaran atmosfer di lingkungan perkotaan yang heterogen dan khas dapat diketahui sangat bervariasi dalam ruang dan waktu. Sementara variasi spasial adalah hubungan utama dengan perbedaan intensitas lalu lintas, topologi perkotaan dan jarak ke sumber polutan individu, variasi temporal terdiri dari hari ke hari (terutama fluktuasi meteorologi dan latar belakang perkotaan), kondisi harian (terutama karena dinamika lalu lintas) dan variasi skala mikro (peristiwa tunggal jangka pendek).

Karena jaringan pemantauan kualitas udara stasioner tradisional terbatas dalam hal cakupan spasial, perangkat pemantauan seluler, kemungkinan pemantauan yang dipersonalisasi dan resolusi tinggi, menjadi semakin populer selama dekade terakhir. Terutama untuk polutan atmosfer yang mengalami variasi spasial temporal yang besar di lingkungan perkotaan. Pemantauan seluler

memberikan wawasan berharga tentang kisaran polusi atmosfer yang dihadapi oleh penduduk kota dalam kehidupan sehari-hari, dan potensi hal ini terjadi di area lokal yang, sebagai akibatnya, dapat ditargetkan oleh pembuat kebijakan dan perencana tata kota.

Seperti halnya berjalan kaki, paparan pengendara sepeda juga merupakan masalah yang cukup kontroversial, dengan penelitian yang memberikan hasil yang bertentangan. Studi menemukan tingkat CO jauh lebih rendah daripada mobil, dan lebih rendah daripada pejalan kaki selama sebagian besar contoh pengambilan sampel. Penelitian kemudian mengkonfirmasi sebaliknya, dengan pengendara sepeda menerima tingkat yang lebih tinggi daripada berjalan kaki, mobil dan bus.

Meski demikian, ada berbagai faktor potensial yang mempengaruhi paparan pengendara sepeda. Ini termasuk: posisi di jalan; pengaturan waktu lampu lalu lintas; kemampuan untuk melewati lalu lintas yang padat; ketinggian pengendara sepeda dari tanah; rute yang dipilih; kepadatan lalu lintas dan penggunaan jalur bus atau pengendara sepeda.

Evi Dons, Luc Int Panis, Martine Van Poppel, Jan Theunis, dan Geert Wets (2012). Dengan jurnal berjudul "Personal exposure to Black Carbon in transport microenvironments". Hasil penelitian menunjukkan 6% dari waktu yang dihabiskan dalam transportasi tetapi berkontribusi terhadap paparan karbon hitam ke tubuh sebesar 21%. Konsentrasi karbon hitam dalam transportasi 2-5 kali lebih tinggi dari konsentrasi di rumah. Paparan karbon hitam tertinggi menggunakan angkutan bus, sepeda motor dan mobil sedangkan yang terendah menggunakan kereta api. Paparan dengan bersepeda atau berjalan di lalu lintas yang sibuk juga menghasilkan paparan yang tinggi, sedangkan menggunakan sepeda di daerah yang tenang atau pedesaan menerima paparan karbon hitam rendah. Untuk penggunaan mobil pada aktivitas kerja mendapat paparan karbon hitam yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan mobil untuk aktivitas rekreasi. Dosis tertinggi menghirup karbon hitam terjadi saat bersepeda atau berjalan santai di jalan raya atau jalan perkotaan.

Jelle Hofman dkk (2018), dengan judul "Pengendara sepeda terpapar karbon hitam, partikel ultrafine, dan logam berat: Sebuah studi eksperimental di sepanjang dua rute perjalanan dekat Antwerp, Belgia". Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon hitam rata-rata 300% dan partikel ultrafin 20% lebih tinggi di jalur lalu lintas dibandingkan di jalur sepeda (bebas kendaraan). Penelitian ini menunjukkan bahwa pengendara sepeda yang ingin mengurangi paparan karbon hitam, partikel ultrafin, dan logam berat harus memilih rute jalur dengan kendaraan yang lebih sedikit atau jalur yang ramai.

Paparan karbon hitam di jalur utama (sibuk) sangat tinggi terutama di persimpangan jalan, di mana banyak mesin berhenti. Paparan ini sangat berkurang saat pengendara sepeda melewati jalur alternatif yang tidak banyak kendaraan dan tidak memiliki banyak persimpangan. Pengukuran di lingkungan perkotaan, yang dipengaruhi oleh lalu lintas dan pembakaran biomassa, menunjukkan bahwa polusi udara di lalu lintas utama, dan karbon hitam pada khususnya, memiliki dampak yang signifikan terhadap paparan pengendara sepeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perencanaan rute bersepeda harus bertujuan untuk jarak yang lebih jauh antara rute bersepeda dan lalu lintas kendaraan

bermotor, harus mempertimbangkan jumlah persimpangan dan pada saat yang sama mempertimbangkan pertukaran / jarak.

Pengaruh pengendalian lingkungan terhadap kadar CO dan debu pada menunjukkan bahwa umur tidak berpengaruh terhadap paparan jalan yang dapat menyebabkan gangguan paru. Hasil statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna antara jenis kelamin dan fungsi paru ( $p > 0,05$ ). Hasil statistik antara masa kerja dan fungsi paru tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna ( $p > 0,05$ ). Berdasarkan kebiasaan olahraga, secara umum olahraga dapat meningkatkan kapasitas paru-paru. Individu yang rutin melakukan olah raga kapasitas paru akan meningkat. Kesimpulannya adalah tidak ada perbedaan yang signifikan antara umur dan jenis kelamin terhadap kapasitas paru. Namun, ada hubungan antara kebiasaan olahraga dan fungsi paru-paru.

## **BAB V PENUTUP**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar polutan selama pandemi COVID-19 lebih rendah jika dibandingkan hari biasa. Namun bukan berarti tidak berbahaya bagi pengendara sepeda. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara usia, dan jenis kelamin, pada kapasitas paru-paru. Namun, ada hubungan antara kebiasaan olahraga dan fungsi paru-paru.

Untuk luaran publikasi scopus masih dalam tahap submit artikel.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Dharmawan, Dhimas Bagus. 2018. Ruang terbuka olahraga di Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang: Kajian analisis melalui sport development index. *Jurnal Keolahragaan*. 8 (1)
2. Berghmans, P, Bleux, N, Panis, LI, Mishra, VK, Torfs, R & Van Poppel, M 2009, 'Exposure assessment of a cyclist to PM10 and ultrafine particles', *Science of The Total Environment*, vol. 407, no. 4, pp. 1286-98.
3. Pattinson, W.J. 2009. Cyclist Exposure To Traffic Pollution: Microscale Variance, The Impact Of Route Choice And Comparisons To Other Modal Choices In Two New Zealand Cities. Thesis. University of Caterbury.
4. Nugradi, D. N. A. (2009). Identifikasi ruang terbuka hijau Kota Semarang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 11(1), 61– 70.
5. Kristiyanto, A. (2012). Pembangunan olahraga untuk kesejahteraan rakyat & kejayaan bangsa. Surakarta: Yuma Pustaka.
6. Gulliver, J & Briggs, D 2007, 'Journey-time exposure to particulate air pollution ', *Atmospheric Environment*, vol. 41, pp. 7195-207.
7. Boogaard, H, Borgman, F, Kamminga, J & Hoek, G 2009, 'Exposure to ultrafine and fine particles and noise during cycling and driving in 11 Dutch cities', *Atmospheric Environment*, vol. In Press, Corrected Proof.
8. Adams, HS, Nieuwenhuijsen, MJ, Colvile, RN, Older, MJ & Kendall, M 2002, 'Assessment of road users elemental carbon personal exposure levels, London, UK', *Atmospheric Environment*, vol. 36, no. 34, pp. 5335-42.
9. Billante, V 2008, *Health promotion and sustainability through environmental design: a guide for planning*, Christchurch City Council Christchurch.
10. Brunekreef, B & Holgate, ST 2002, 'Air pollution and health', *The Lancet*, vol. 360, no. 9341, pp. 1233-42.

# Measurement of Exposure to Black Carbon and Heavy Metals on Cycle Paths in Semarang City

Bambang Priyono<sup>1\*</sup>, Agung Wahyudi<sup>2</sup>, Mustafa Daru Affandi<sup>2</sup>, Efa Nugroho<sup>2</sup>  
{ [bambangpriyono@mail.unnes.ac.id](mailto:bambangpriyono@mail.unnes.ac.id), [agungwahyudi@mail.unnes.ac.id](mailto:agungwahyudi@mail.unnes.ac.id), [daru.affandi@mail.unnes.ac.id](mailto:daru.affandi@mail.unnes.ac.id),  
[efa.nugroho@mail.unnes.ac.id](mailto:efa.nugroho@mail.unnes.ac.id) }

Universitas Negeri Semarang

**Abstract.** Cycling is very popular regardless of age from young to old and even children. The number of cyclists increased during the COVID-19 pandemic. But the increase in the number of cyclists was not followed by an increase in supporting facilities and infrastructure. There is no Open Sport Space or a special lane that causes the participants to choose the highway as the route. Besides being at risk of accidents, they are also vulnerable to traffic air pollutants or the traffic-related air pollutants (TRAP). The TRAP components are Carbon Black (BC), Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>), Ultrafine Particles (UFPs), and Heavy Metals. TRAP is dangerous for health. The purpose of this study was to determine the level of pollutants on the highway that was passed by cyclists. This research was experimental research. The population and research sample was Semarang City Highway and cyclist community. Researchers use monitoring tools at several points. The results of this study showed that the levels of pollutants during the COVID-19 pandemic were lower when compared to normal days. But that does not mean harmless to cyclists.

**Keywords:** Exposure, Pollutant, Cyclist.

## 1 Introduction

The phenomenon of sports culture in the community is believed to be not merely a health-supporting activity, but also a support for social needs in which health, psychological, and socio-cultural fitness values can be attached. Sport can make a real valuable contribution and inspire human well-being and survival from physical, spiritual and social aspects. The meaning contained in sports activities is not just physical education and achievement, but more broadly related to overall goals, and can contribute to life for each individual in physical, mental and social aspects. The sport that is currently favored by the public right now is cycling.

Cycling is now a trend among the people, in addition to running. Some even think that besides being used as a transportation and sports suggestion, cycling is also a lifestyle. Cycling is very popular regardless of age from young to old and even children. We have now met many workers who are cycling to go to the office and also elementary school students to students who are cycling to their respective destinations.

To be able to carry out sports activities optimally, sports facilities and infrastructure are needed, including open spaces that can be accessed to exercise so that they can move freely without any obstacles. Open space in sports (OSS) is a basic requirement for sports activities. Without adequate and narrow open spaces it is difficult to expect community participation in sports activities. The more public sports facilities and infrastructure available, the easier it is for people to use and use them for sports activities. Conversely, the more limited public sports facilities and infrastructure available, the more limited the opportunity for people to use and utilize them for sports activities. Thus, the availability of public sports facilities and infrastructure will affect the level and pattern of community participation in sports.

Cycling is a recreational or sports activity, and is one of the modes of land transportation that uses bicycles. The bike was first introduced in the 19th century AD. Many cycling

enthusiasts who carry out these activities in various fields, such as hills, steep terrain or just rural and urban areas. People who use bicycles as a routine mode of transportation can also be called commuters. The use of bicycles as a mode of routine transportation is not only done by workers who work in the informal sector, but also is done by workers who work in the formal sector.

The number of cyclists is now increasingly found on the streets. In other words, this relaxed but healthy exercise is increasingly in demand. The cyclist community is also increasing now.

But cyclists rarely pay attention to the health risks that can arise if they carry out their hobbies in places where air pollution is high. Unwittingly the dirty air we breathe everyday, can be very dangerous for health. Yet according to WHO, currently 9 out of 10 people breathe in polluted air. The impact of air pollution has also killed around 7 million people each year.

Increased interest in cycling in the city of Semarang is not matched by an increase in supporting facilities and infrastructure. The absence of Open Space Sports (OSS) or special lanes causes the participants to choose the highway as the route. Besides being at risk of accidents, they are also vulnerable to exposure to air pollutants due to traffic or the term traffic-related air pollutants (TRAP). The TRAP components include Carbon Black (BC), Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>), Ultrafin Particles (UFPs), and Heavy Metals. TRAP is dangerous for health. TRAP has been linked to several adverse health outcomes including increased asthma, cardiovascular risk, risk of lung cancer, fatal myocardial infarction, and increased mortality. TRAP is a silent killer because of its physical nature which is tasteless, colorless, and odorless, but in high concentrations can cause death in humans who are exposed quickly.

A study on TRAP exposure for cyclists in Semarang City is needed so that efforts to mitigate exposure to air pollution for cyclists can be carried out. The purpose of this study is to determine the Exposure of Black Carbon, Ultrafin Particles, and Heavy Metals in the Cycling Community.

## **2 Method**

This research is an experimental research with one group pretest post test design. The population and sample of the study are Semarang City Cyclists Community.

The study was carried out by measuring pollutants on the routes that cyclists traveled and exposure to pollutants on cyclists. Because of the high temporal variability of TRAP that is measured, monitoring can only be considered representative if the data series is large. In our study, walking monitoring per week (according to the cycling schedule) was carried out along the route of travel. For each route 8 repetitions are performed, between 6/1/2020 and 3/23/2020. To consider the effects of road congestion and looseness, the route changes every week. The average cycling speed is 20 km / hour. Also installed a heart rate measuring device.

## **3 Result and Discussion**

The level of atmospheric pollution in a heterogeneous and typical urban environment can be known to vary greatly in space and time. While spatial variation is the main association with differences in traffic intensity, urban topology and distance to individual pollutant sources, temporal variations consist of day to day (mainly meteorological fluctuations and urban backgrounds), daily conditions (mainly due to traffic dynamics) and scale variations micro (short-term single event)<sup>1</sup>.

Because the traditional stationary air quality monitoring network is limited in terms of spatial coverage, cellular monitoring devices, the possibility of personalized monitoring and

high resolution, has become increasingly popular over the past decade<sup>2,3,4</sup>. Especially for atmospheric pollutants that experience large temporal spatial variations in urban environments. Cellular monitoring provides valuable insights into the range of atmospheric pollution faced by city dwellers in daily life, and the potential for this to occur in the local area which, as a result, can be targeted by policy makers and urban planning planners<sup>5,6</sup>.

Tabel 1. Recap of CO Level Measurement

No	Location	Data read (ppm)					Average
		1	2	3	4	5	
1	Simpang Lima	16	15	18	16	16	16,2
2	Pertigaan Thamrin	14	14	13	15	14	14
3	Tugumuda	14	13	12	16	17	14,4
4	Perempatan Petompon	12	11	12	12	10	11,4

Source: Primary Data, 2020

As with walking, cyclist exposure is also quite a contentious issue, with research providing conflicting results. Studies found CO levels to be substantially lower than cars, and lower than pedestrians during most sampling instances. Later research confirmed the contrary, with cyclists receiving higher levels than walk, car and bus.

Nevertheless, there are various potential factors influencing cyclist exposure. These include: position on the road; traffic light timings; ability to pass between congested traffic; height of cyclist from ground; chosen route; traffic density and use of bus or cyclist lanes.

Evi Dons, Luc Int Panis, Martine Van Poppel, Jan Theunis, and Geert Wets (2012). With a journal entitled "Personal exposure to Black Carbon in transport microenvironments". The results showed 6% of the time spent in transportation but contributed to carbon black exposure to the body by 21%. The concentration of carbon black in transportation is 2-5 times higher than its concentration in the home. The highest exposure to black carbon uses bus, motorcycle and car transportation while the lowest uses train. Exposure by cycling or walking in busy traffic also results in high exposure, whereas using bicycles in a quiet or rural area receives low carbon black exposure. For the use of a car at work activities receive higher carbon black exposure than using a car for recreational activities. The highest dose of carbon black inhalation occurs when cycling or walking casually on a highway or urban road.

Tabel 2. Recap of PM 10 Dust Measurement

No	Location	Time (Min)	Air Flow (l/m)	Air Volume (m3)	Weight 2	Weight 1	Dust Weight	Dust Conc (MG/m3)
1	Simpang lima	60	750	45	5122	4720	402	8,933333333
2	pertigaan thamrin	60	700	42	5104	4940	164	3,904761905
3	tugumuda	60	750	45	5098	4855	243	5,4
4	perempatan petompon	60	750	45	4990	4856	134	2,977777778

Source: Primary Data, 2020

Jelle Hofman et al (2018), with the title "Cyclist exposure to black carbon, ultrafine particles and heavy metals: An experimental study along two commuting routes near Antwerp, Belgium". The results showed that the average black carbon was 300% and ultrafine particles were 20% higher in the traffic lane than in the bicycle lane (vehicle free). This research shows that cyclists who wish to reduce their exposure to black carbon, ultrafine particles and heavy metals must choose lane routes with fewer vehicles or busy lanes.

The exposure of carbon black on the main (busy) line was very high especially at the crossroads, where many machines stopped. This exposure is greatly reduced when cyclists pass alternative route routes that do not have many vehicles and do not have many intersections. Measurements in the urban environment, influenced by traffic and biomass burning, show that air pollution of the main traffic, and carbon black in particular, has a significant impact on cyclist exposure. The results imply that cycling route planning must aim for greater distances between cycling routes and motorized traffic, must consider the number of intersections and consider at the same time the exchange / distance.

Table 3. Recap of the Results of Lung Phalms Measurement

No	Name	Gender	Age	FVC	FEV1	FEV1/FVC %	PEF	Information
1	Asti	F	29	86	88	104	73	Normal Spirometry
2	Budi	M	36	93	87	98	62	Normal Spirometry
3	Choirul	M	30	94	96	104	71	Normal Spirometry
4	Ramlan	M	69	100	115	119	81	Normal Spirometry
5	Sigalingging	M	37	134	106	83	76	Normal Spirometry
6	Suryadi	M	58	86	97	93	84	Normal Spirometry
7	Tatang	M	65	92	112	125	135	Normal Spirometry

The effect of environmental control on CO levels and dust on shows that age has no influence on road exposure which can cause lung disorders. Statistical results showed that there was no significant difference between sex and lung function ( $p > 0.05$ ). Statistical results between years of service and pulmonary function did not show a significant difference ( $p > 0.05$ ). Based on exercise habits, exercise generally can increase lung capacity. Individuals who do regular exercise lung capacity will increase. The conclusion is that there is no significant difference between age, and sex, on lung capacity. However, there is a relationship between exercise habits and lung function.

## Conclusion

The results of this study showed that the levels of pollutants during the COVID-19 pandemic were lower when compared to normal days. But that does not mean harmless to cyclists. There is no significant difference between age, and sex, on lung capacity. However, there is a relationship between exercise habits and lung function.

For the next stop of research is measuring exposure to pollutants in cyclists on the highway.

## References

Pattinson, W.J. 2009. Cyclist Exposure To Traffic Pollution: Microscale Variance, The Impact Of Route Choice And Comparisons To Other Modal Choices In Two New Zealand Cities. Thesis. University of Caterbury.



- Gulliver, J & Briggs, D 2007, 'Journey-time exposure to particulate air pollution ', *Atmospheric Environment*, vol. 41, pp. 7195-207.
- Berghmans, P, Bleux, N, Panis, LI, Mishra, VK, Torfs, R & Van Poppel, M 2009, 'Exposure assessment of a cyclist to PM10 and ultrafine particles', *Science of The Total Environment*, vol. 407, no. 4, pp. 1286-98.
- Adams, HS, Nieuwenhuijsen, MJ, Colvile, RN, Older, MJ & Kendall, M 2002, 'Assessment of road users elemental carbon personal exposure levels, London, UK', *Atmospheric Environment*, vol. 36, no. 34, pp. 5335-42.
- Boogaard, H, Borgman, F, Kamminga, J & Hoek, G 2009, 'Exposure to ultrafine and fine particles and noise during cycling and driving in 11 Dutch cities', *Atmospheric Environment*, vol. In Press, Corrected Proof.
- Bruneekreef, B & Holgate, ST 2002, 'Air pollution and health', *The Lancet*, vol. 360, no. 9341, pp. 1233-42.
- Dons, Evi & Int Panis, Luc & Van Poppel, Martine & Theunis, Jan & Wets, Geert. (2012). Personal exposure to Black Carbon in transport microenvironments. *Atmospheric Environment*. 55. 392-398. 10.1016/j.atmosenv.2012.03.020.
- Jelle Hofman, Roeland Samson, Steven Joosen, Ronny Blust, Silvia Lenaerts 2018. Cyclist exposure to black carbon, ultrafine particles and heavy metals: An experimental study along two commuting routes near Antwerp, *Belgium Environmental Res*

Proceedings of the 5th International Seminar of Public Health and Education, ISPHE 2020, 22 July 2020, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Research Article

### Measurement of Exposure to Black Carbon and Heavy Metals on Cycle Paths in Semarang City

Cite BibTeX Plain Text

**Bambang Priyono<sup>1\*</sup>, Agung Wahyudi<sup>1</sup>, Mustafa Daru Affandi<sup>1</sup>, Efa Nugroho<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>: Universitas Negeri Semarang

\*Contact email: bambangpriyono@mail.unnes.ac.id



Download  
19 downloads

#### Abstract

Cycling is very popular regardless of age from young to old and even chil-dren. The number of cyclists increased during the COVID-19 pandemic. There is no Open Sport Space or a special lane that causes the participants to choose the highway as the route. Besides being at risk of accidents, they are also vulnerable to traffic air pollutants or the traffic-related air pollutants (TRAP). The TRAP components are Carbon Black (BC), Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>), Ultrafine Particles (UFPs), and Heavy Metals. TRAP is dangerous for health. The purpose of this study was to determine the level of pollutants on the highway that was passed by cyclists. This research was experimental re-search. The population and research sample was Semarang City Highway and cyclist community. The results of this study showed that the levels of pollu-tants during the COVID-19 pandemic were lower when compared to normal days.

Keywords exposure pollutant cyclist

Published 2020-09-29 Publisher EAI

<http://dx.doi.org/10.4108/eai.22-7-2020.2300256>

Copyright © 2020–2020 EAI

About | Contact Us

